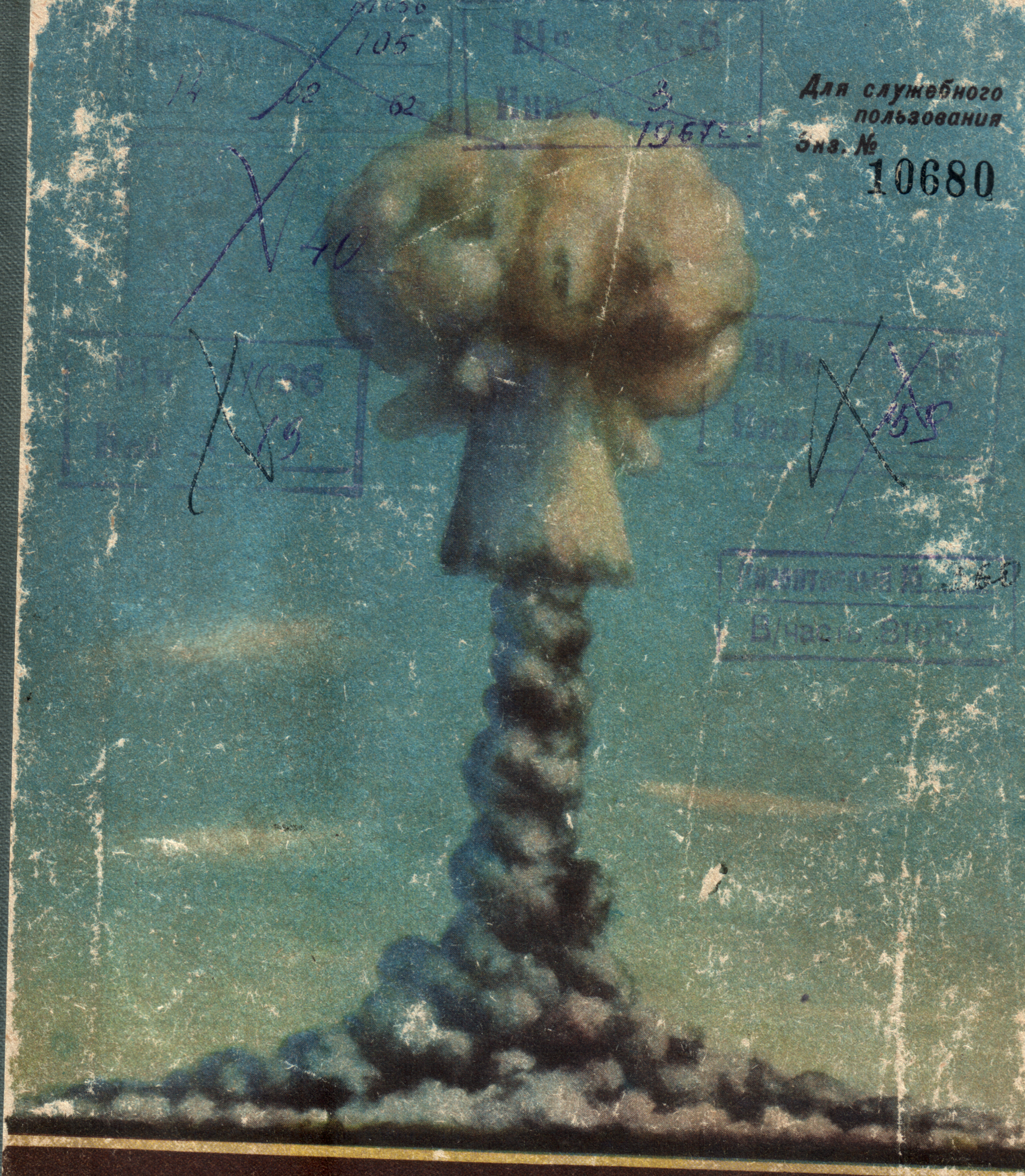


ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

Для служебного пользования

Экз. № **10680**

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ОФИЦЕРОВ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
Москва — 1961

Пособие «Ядерное оружие», предназначенное для офицеров полкового звена и курсантов военных училищ всех видов Вооруженных Сил, разработано с учетом возросших требований к изучению войсками боевых свойств ядерного оружия и действий в условиях его применения.

В отличие от пособия «Атомное оружие и действия войск в условиях его применения», изданного в 1957 г., в пособии «Ядерное оружие» более глубоко освещены поражающее действие ядерного взрыва и вопросы организации и ведения боевых действий подразделений, а также больше приведено необходимых офицеру рекомендаций и примеров практического использования этих сведений.

С целью привлечь внимание читателя к сведениям, имеющим наиболее существенное значение в его практической работе по обучению войск, в конце каждой главы Пособия помещены контрольные вопросы и задачи. Каждая задача дана с решением по одному из возможных вариантов.

В данном Пособии, как и в пособии издания 1957 г., для расчетов приведены наиболее простые и наглядные формулы, графики, таблицы.

Замечания и предложения по содержанию Пособия следует направлять в 12-е Главное управление Министерства обороны.

В книге пронумеровано всего 328 стр.; кроме того, дано 19 вклеек: вкл. 1 (на 2 листах) — рис. 2, 3, 5, 6 и 7 — между стр. 4 и 5; вкл. 2 — рис. 9, 10, 11 и 12 — между стр. 12 и 13; вкл. 3 (на 5 листах) — рис. 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29 и 30 — между стр. 32 и 33; вкл. 4 — рис. 44 и 45 — между стр. 60 и 61; вкл. 5 (на 4 листах) — рис. 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58 и 60 — между стр. 72 и 73; вкл. 6 (на 2 листах) — рис. 75, 78 и 80 — между стр. 112 и 113; вкл. 7 — рис. 86 — между стр. 144 и 145; вкл. 8 — рис. 87 и 88 — между стр. 152 и 153; вкл. 9 — рис. 102 и 103 — между стр 164 и 165; вкл. 10 — рис. 113 и 114 — между стр. 176 и 177; вкл. 11 — рис. 119 и 120 — между стр. 192 и 193; вкл. 12 — рис. 130 131, 132, 133 и 134 — между стр. 212 и 213; вкл. 13 — рис. 144 и 150 — между стр. 232 и 233; вкл. 14 (на 2 листах) — рис. 165, 166 и 167 — между стр. 248 и 249; вкл. 15 — рис. 168, 169 и 170 — между стр. 264 и 265; вкл. 16 — рис. 172 — между стр. 272 и 273; вкл. 17 (на 2 листах) — рис. 179, 180 и 181 — между стр 288 и 289; вкл. 18 — рис. 187 — между стр. 304 и 305; вкл. 19 — рис. 188 и 189 — между стр. 320 и 321.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ И СРЕДСТВА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

§ 1. Понятие о ядерном оружии

Среди современных средств вооруженной борьбы ядерное оружие занимает особое место — оно является главным средством поражения противника.

В основу поражающего действия ядерного оружия положено использование внутриядерной энергии, освобождающейся при ядерных превращениях, носящих характер взрыва.

Ядерный взрыв сопровождается выделением огромного количества энергии. По разрушающему и поражающему действию он в сотни и тысячи раз может превосходить взрывы самых крупных фугасных бомб. Ядерный взрыв может нанести противнику крупные потери в живой силе и боевой технике, произвести на больших площадях разрушение инженерных сооружений, оказать на войска противника сильное моральное воздействие и создать для стороны, применяющей ядерное оружие, выгодные условия для достижения успеха в бою.

Ядерный взрыв отличается от обычного взрыва не только количеством энергии, но и природой изменений, происходящих в веществе заряда.

Обычные взрывчатые вещества (тротил, динамит и другие) представляют собой относительно сложные нестойкие химические соединения или смеси. Молекулы этих веществ в момент взрыва превращаются в молекулы более простых и стойких веществ. При этом атомы, входящие в состав молекул, не превращаются в атомы других химических элементов, а лишь перегруппировываются. Так, например, из атомов молекул тротила при взрыве образуются молекулы воды, азота, окислов азота, окислов углерода. Процесс превращения менее стойких молекул взрывчатого вещества в более стойкие молекулы продуктов взрыва и является источником энергии обычного взрыва.

Вклейка № 3 к изд. № 6/8258

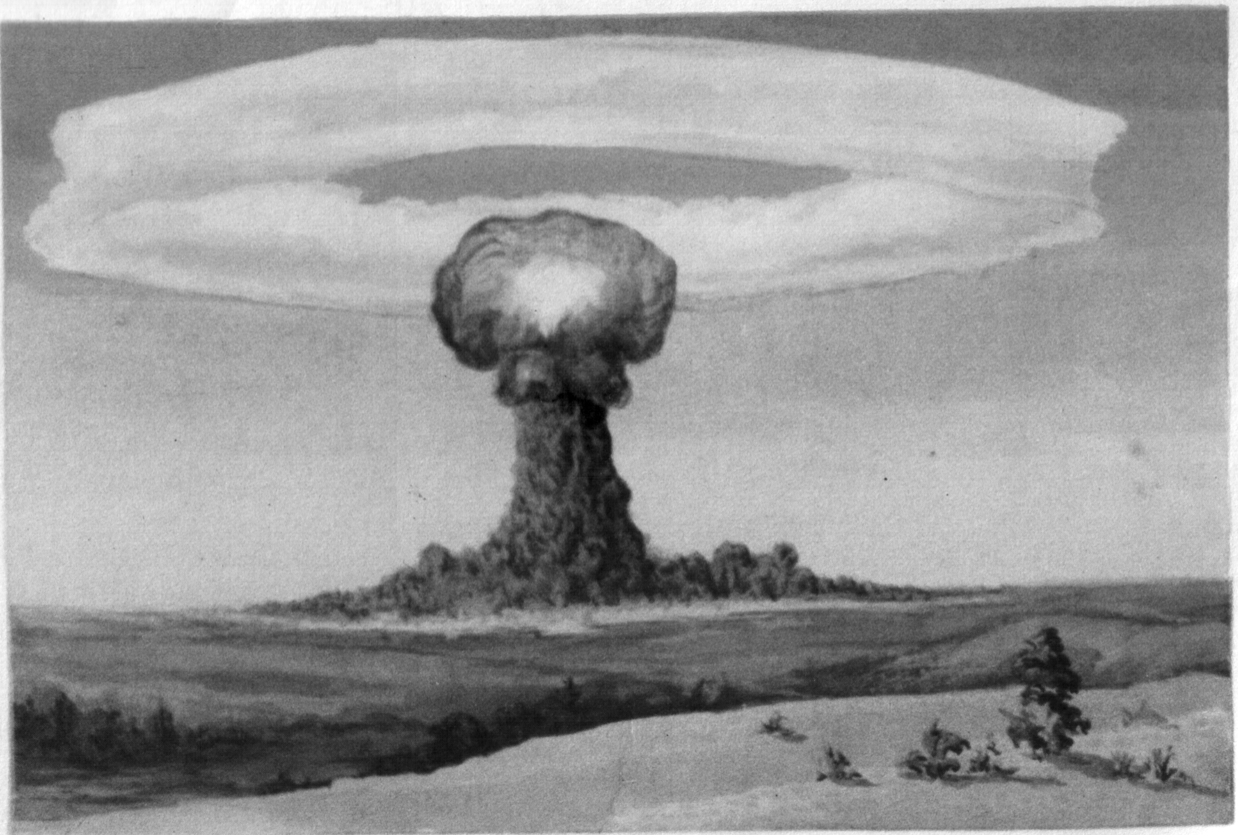


Рис. 19. Конденсационное облако, образовавшееся в зоне разрежения ударной волны

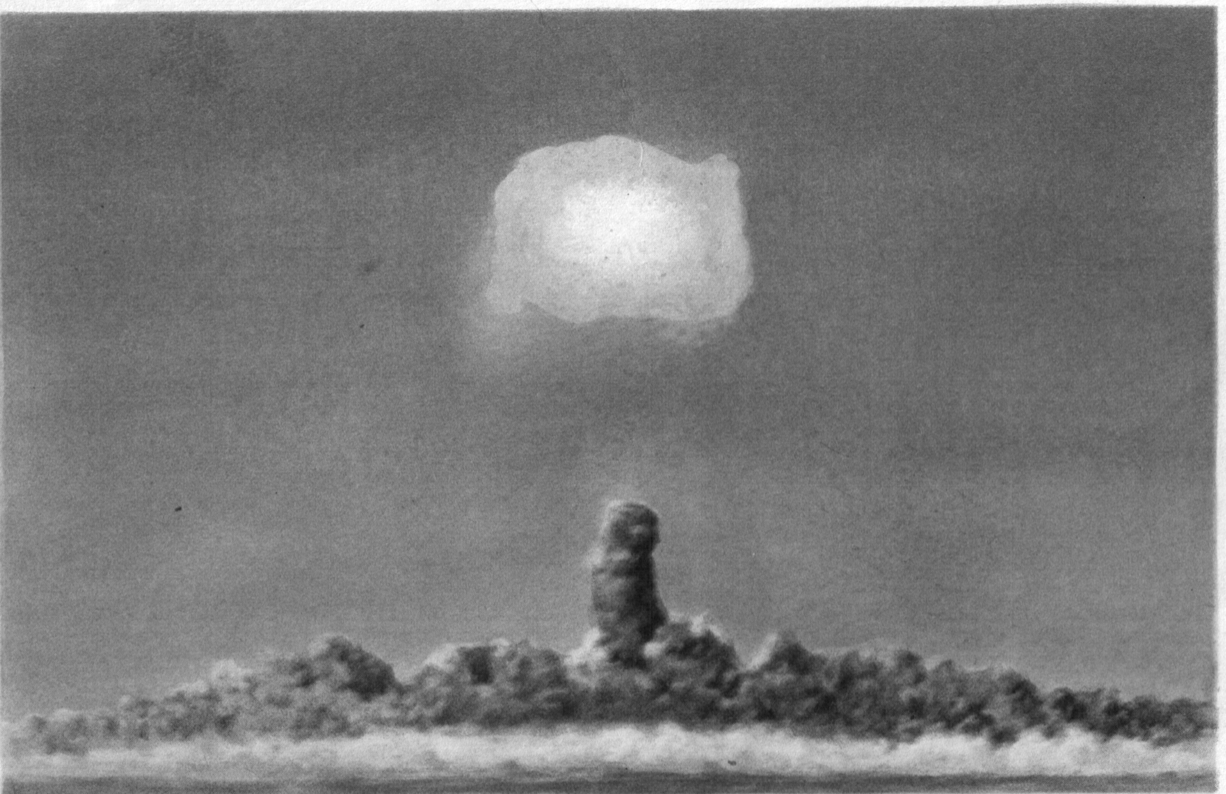


Рис. 20. Начало образования облака воздушного ядерного взрыва; из центра полевого облака начинает подниматься столб пыли

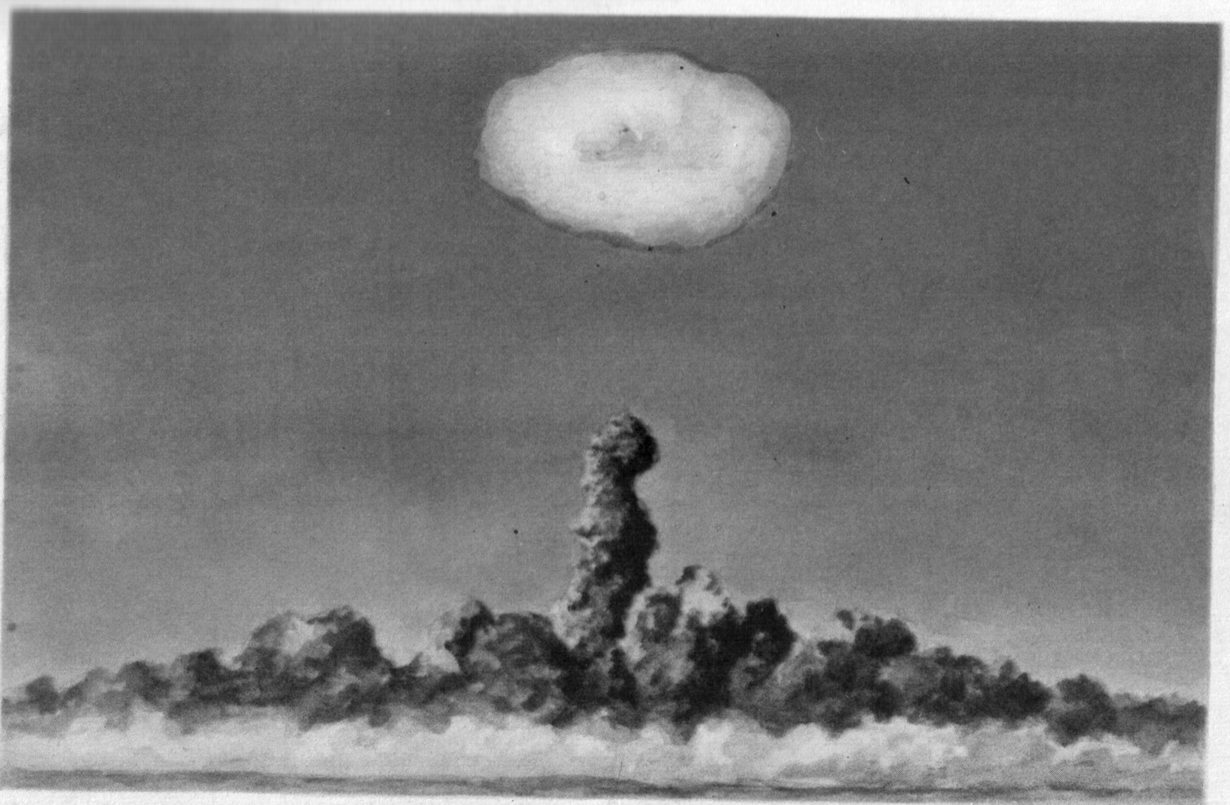


Рис. 21. Дальнейшее развитие облака взрыва; продукты взрыва вращаются вокруг горизонтальной кольцевой оси

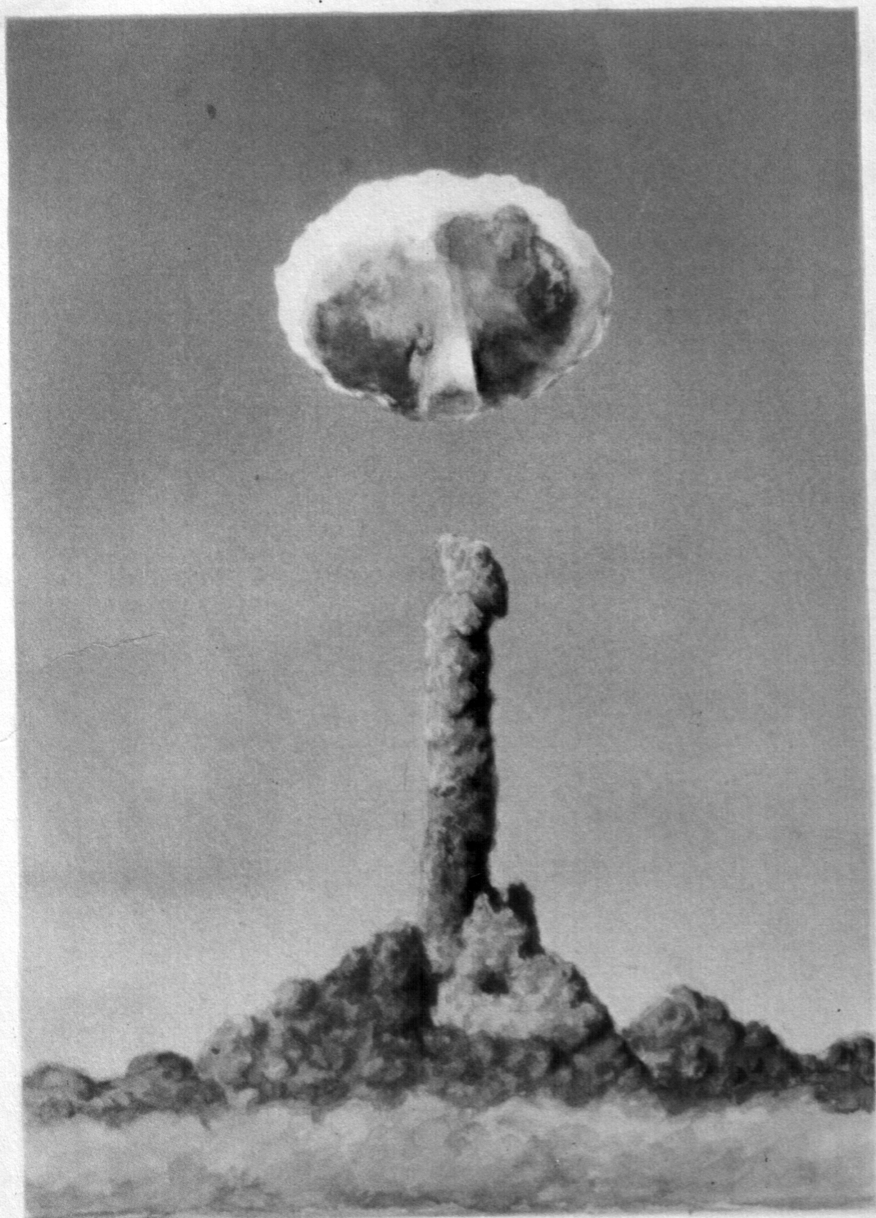


Рис. 22. Облако превращается в вихревое кольцо; снизу начинает образовываться колокообразный раструб из сконденсировавшихся водяных паров

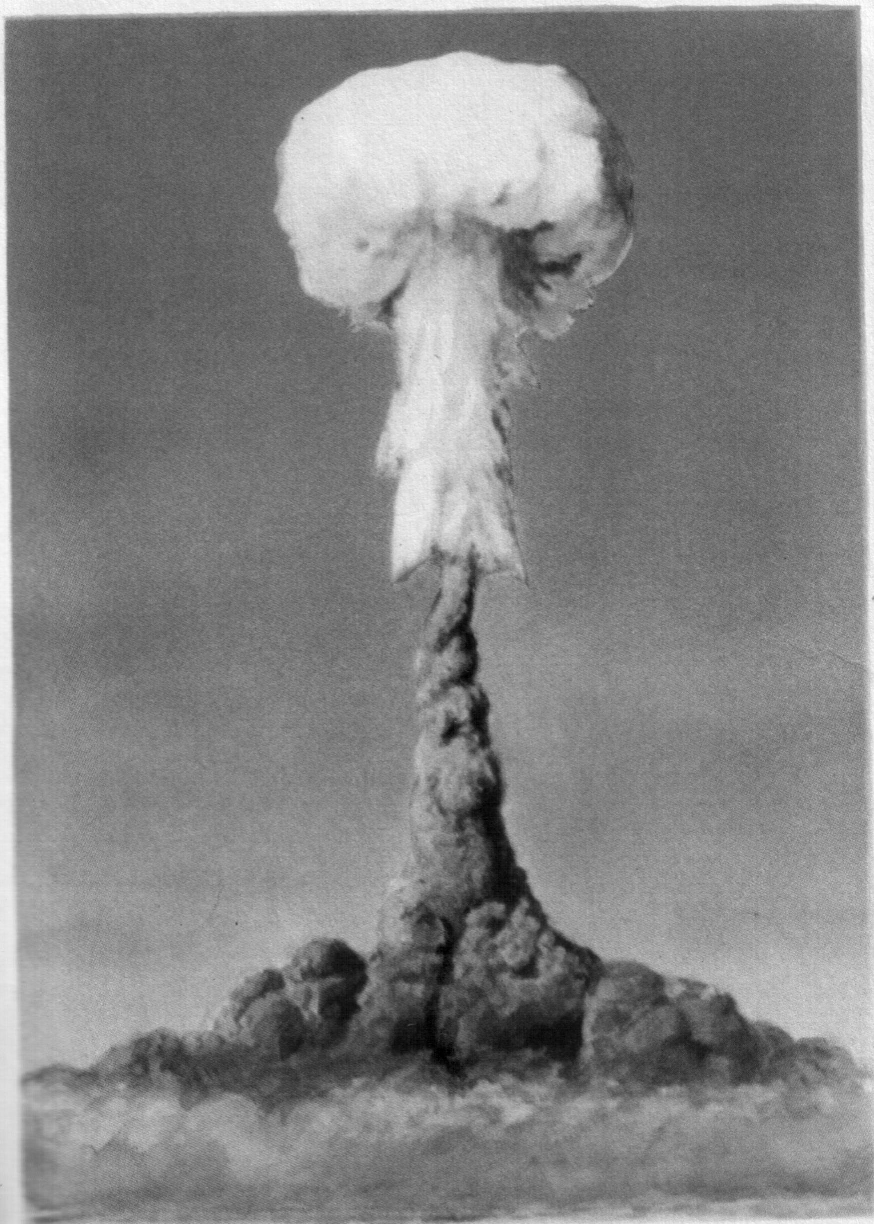


Рис. 23. Столб пыли соединился с облаком, и облако приобрело характерную грибовидную форму. Сверху облако покрыто белой шапкой сконденсировавшихся водяных паров

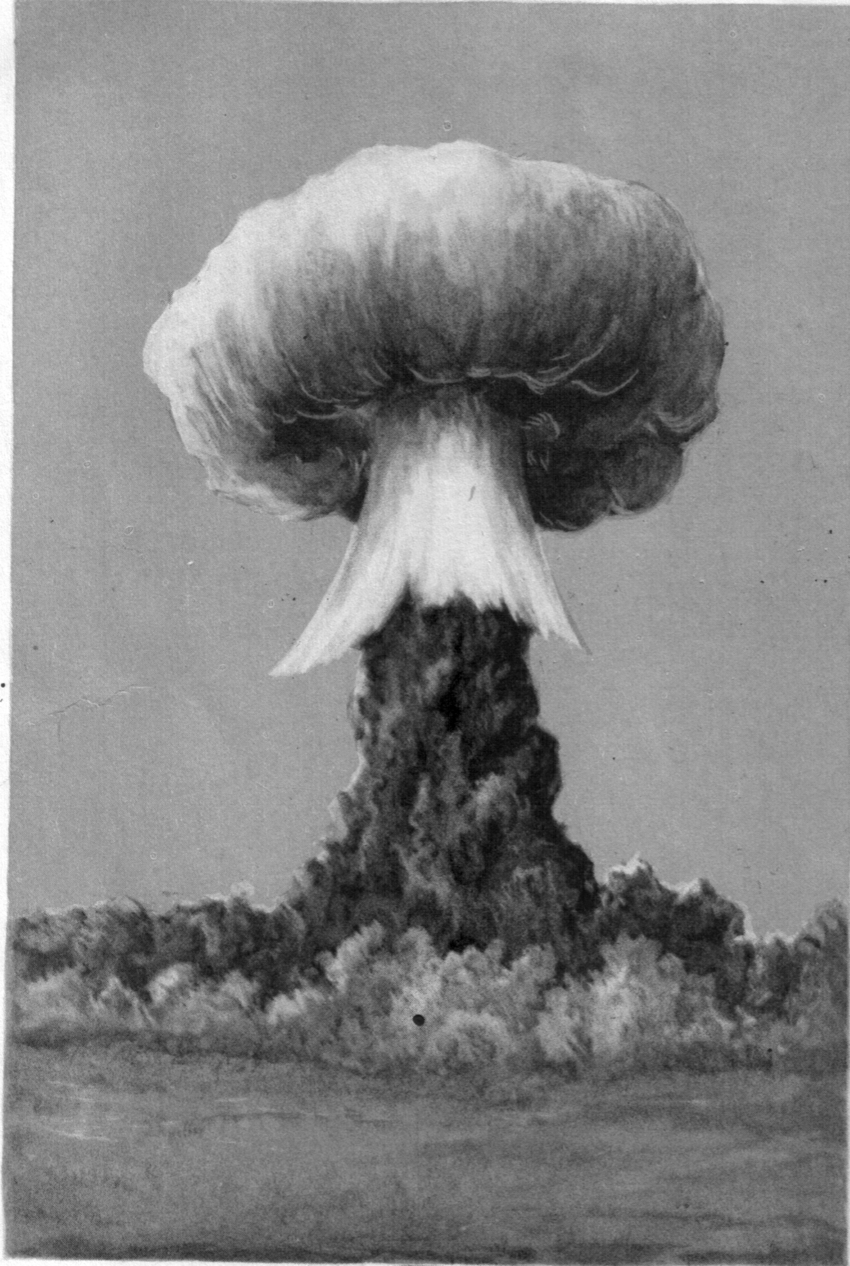


Рис. 26. Грибовидное облако наземного ядерного взрыва

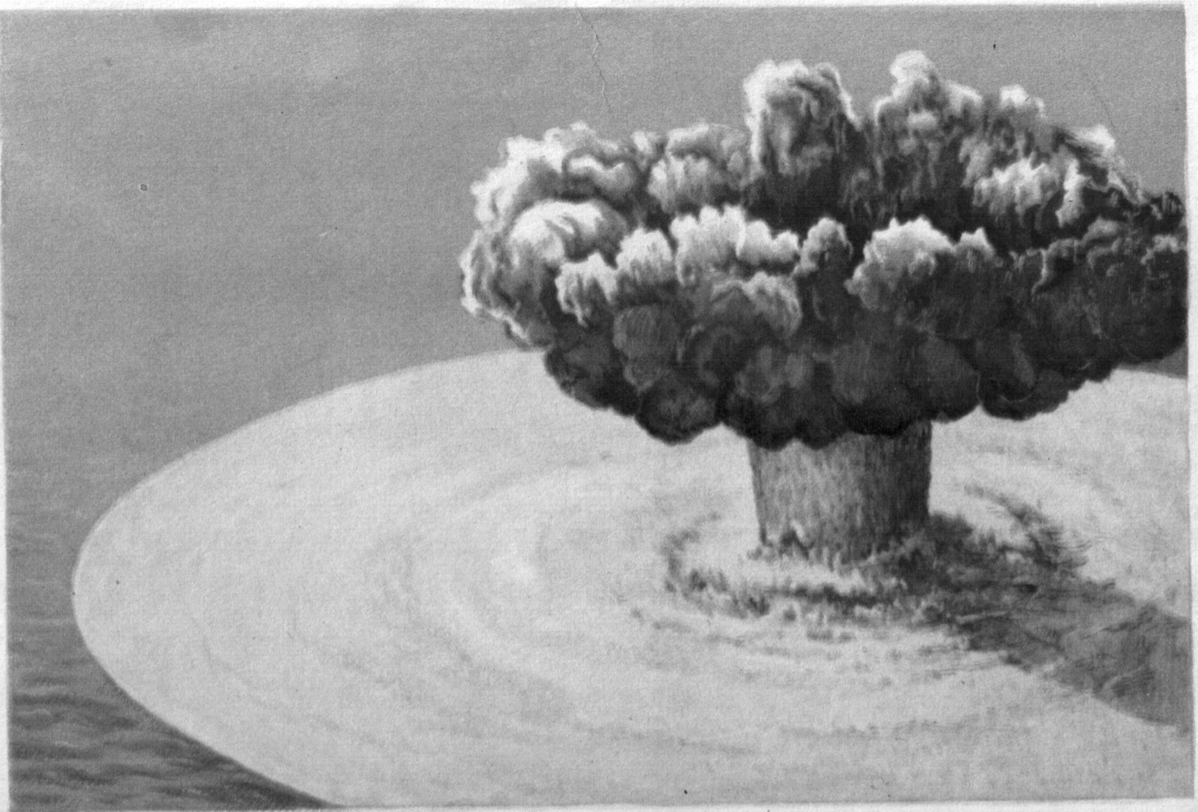


Рис. 28. Облако подводного ядерного взрыва (султан). На поверхности воды вокруг водяного столба виден светлый круг, обусловленный прохождением в воде зоны разрежения ударной волны

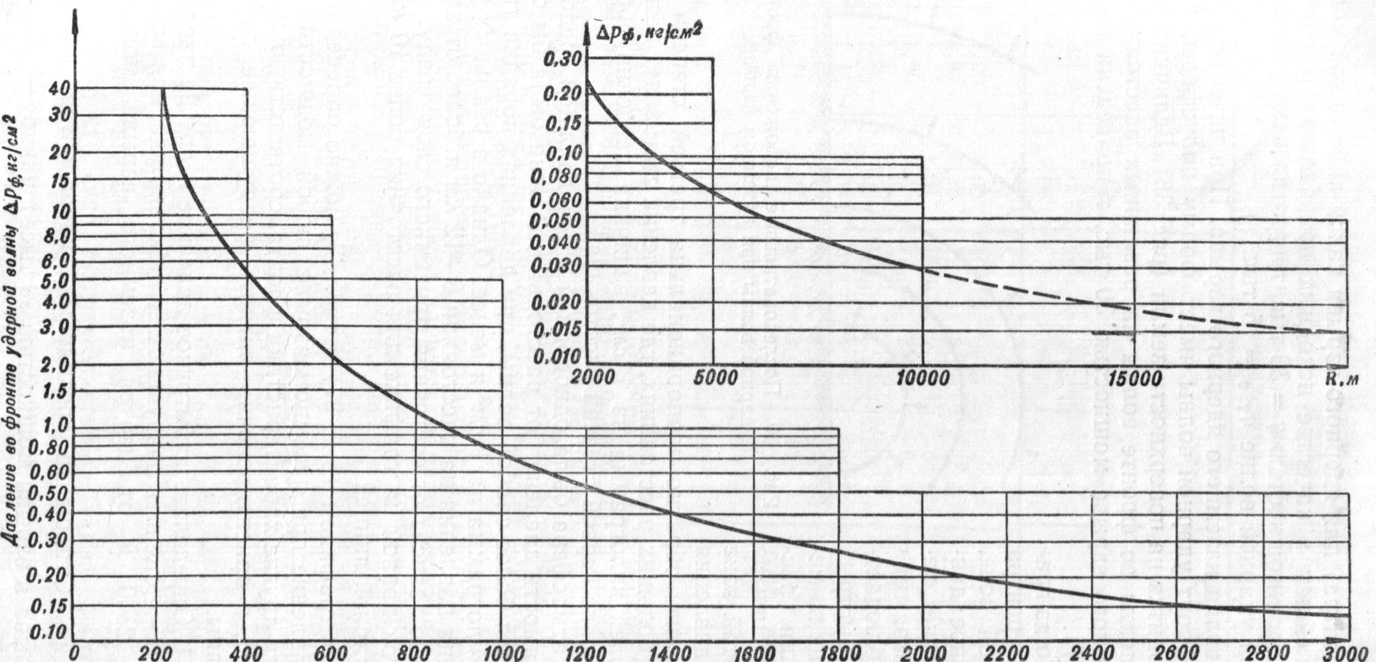


Рис. 37. Кривые изменения избыточного давления при наземном взрыве мощностью 30 тыс. *т* с расстоянием

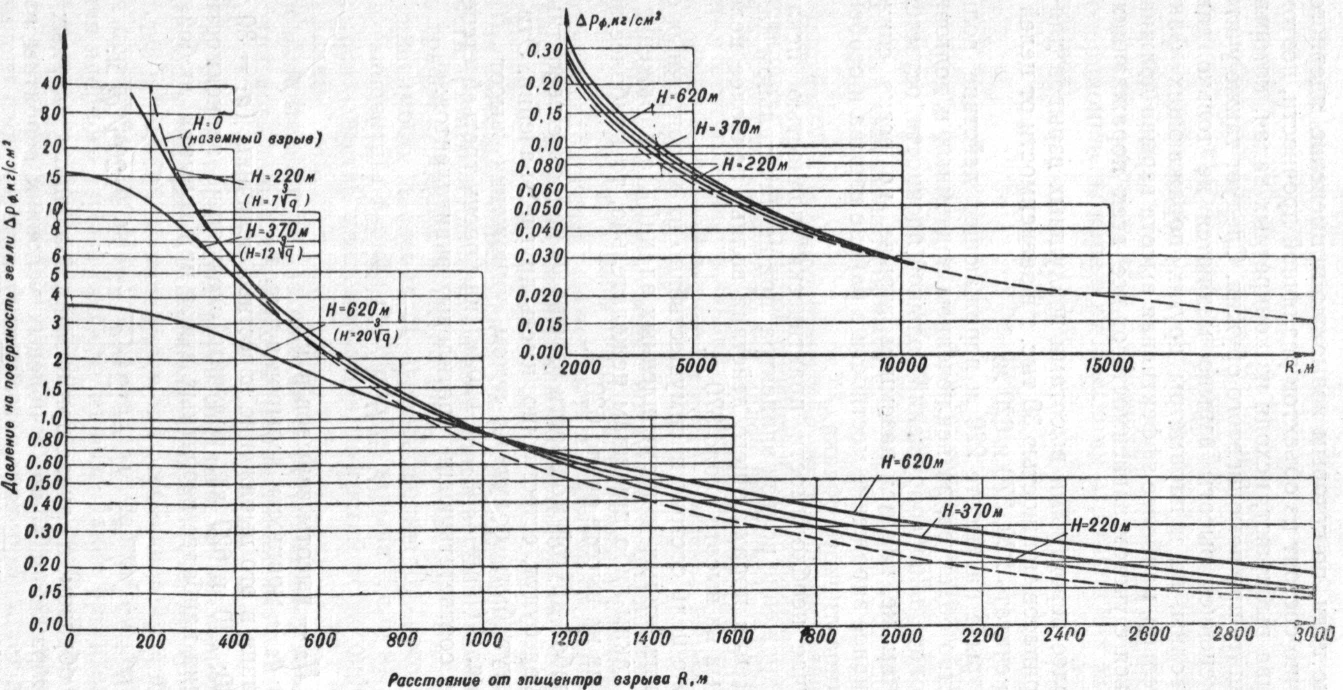


Рис. 39. Кривые изменения избыточного давления при воздушном взрыве мощностью 30 тыс. *т* с расстоянием

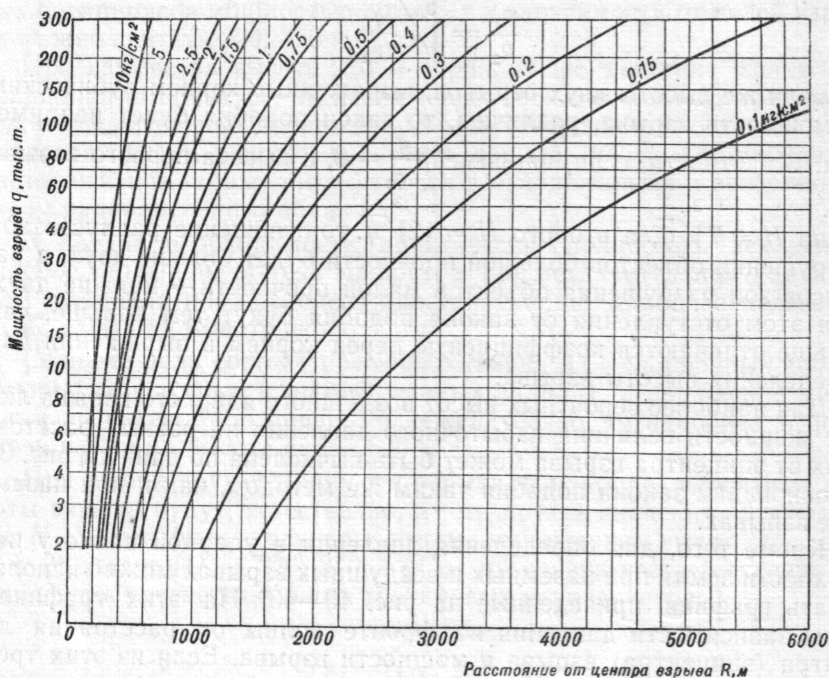


Рис. 40. Зависимость избыточного давления во фронте ударной волны при наземном взрыве от мощности взрыва и расстояния до центра взрыва

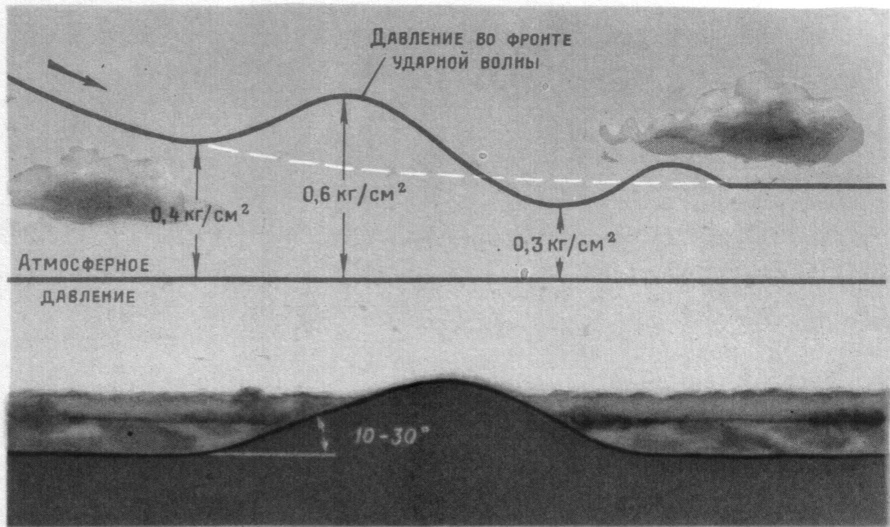


Рис. 44. График изменения давления во фронте ударной волны при прохождении ее через высоту с крутизной скатов 10—30°

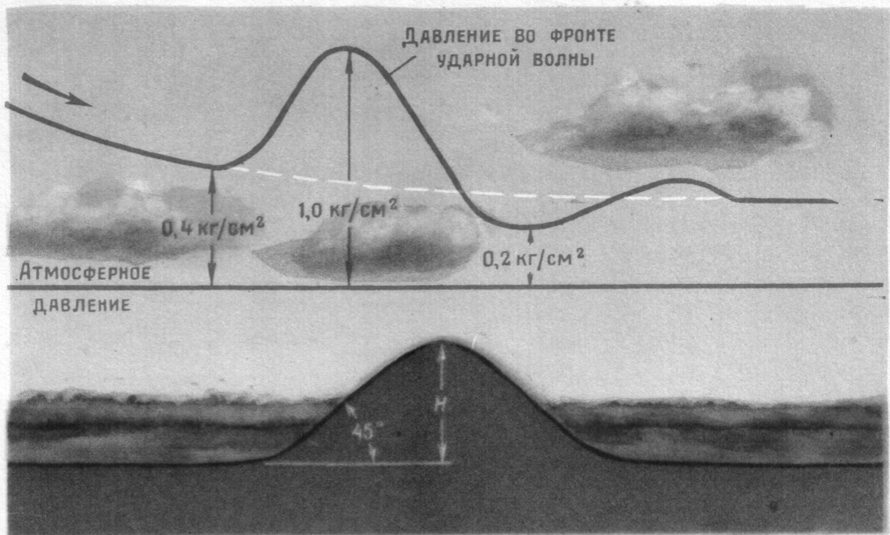
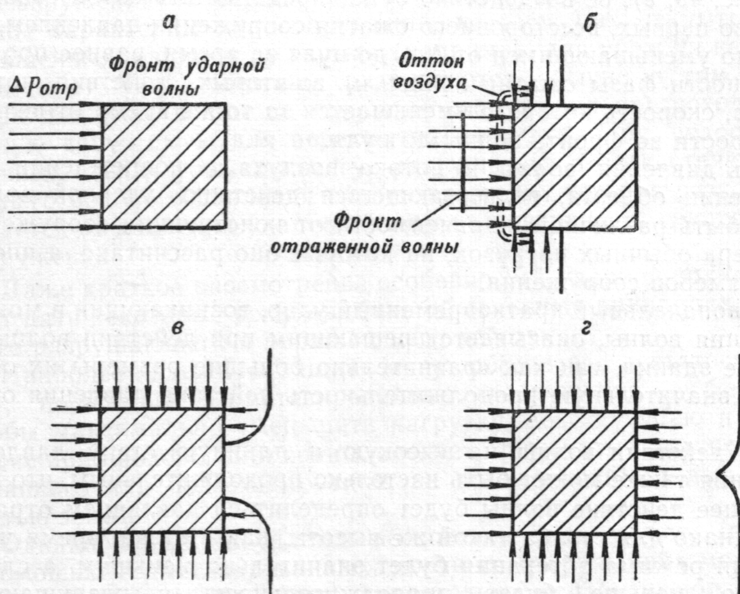


Рис. 45. График изменения давления во фронте ударной волны при прохождении ее через высоту с крутизной скатов 45°



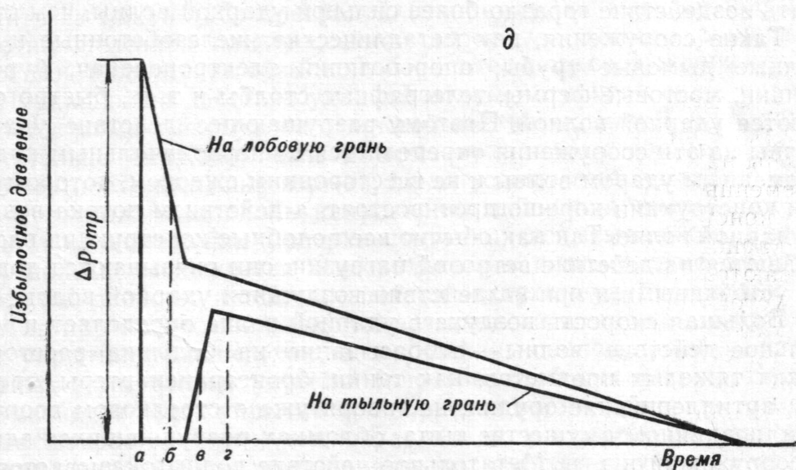


Рис. 49. Давление воздуха на различные грани преграды при обтекании ее ударной волной

взрыва могут служить сигналом для включения автоматических устройств, защищающих от воздействия основной части потока светового излучения, проникающей радиации, ударной волны, приходящей позднее, и, наконец, для того, чтобы быстро занять простейшие укрытия.

Необходимо заметить, что быстрое принятие мер защиты сильно уменьшает возможность поражения световым излучением. Если человек успеет занять укрытие в течение одной секунды с момента взрыва, то время воздействия на него светового излучения при взрыве средней мощности будет уменьшено в 2—4 раза, а при взрыве большой мощности в 4—8 раз, что резко уменьшит или полностью исключит его поражение. Если же занять укрытие за 2—3 *сек* после вспышки, то тяжесть поражения световым излучением может быть уменьшена только при взрывах боеприпасов крупного калибра.

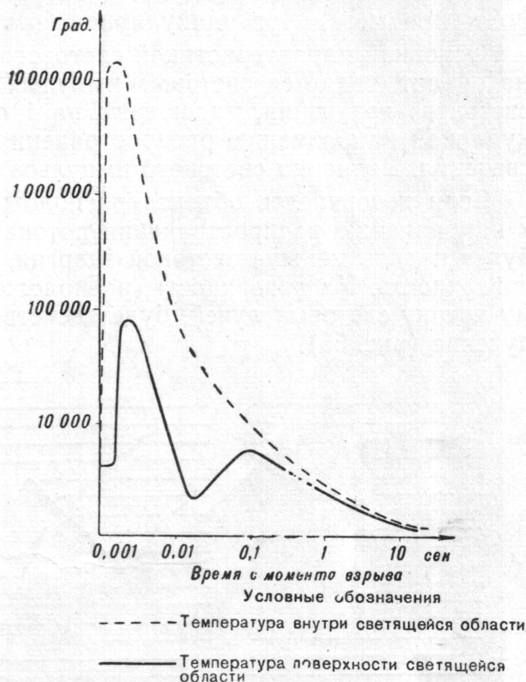


Рис. 51. Изменение температуры светящейся области

Форма светящейся области при воздушном и наземном взрывах неодинакова (см. § 6). Следовательно, по форме светящейся области может быть установлен вид взрыва (рис. 53).

Размеры светящейся области, достигающие максимального значения к концу свечения, тем больше, чем мощнее взрыв. Значит, по максимальным размерам светящейся области можно судить о мощности взрыва.

Световой импульс. Световое излучение распространяется прямолинейно во все стороны от светящейся области и лишь сравнительно небольшая часть его рассеивается частицами пыли и молекулами воздуха и приходит к объекту с различных направлений. По этой причине любая непрозрачная преграда на пути распространения излучения создает зону тени, находясь в которой можно избежать поражения. Доля рассеянного излучения, попадающего за преграду, как правило, невелика и в большинстве случаев не вызывает поражения людей, а приводит лишь к резкому временному увеличению освещенности.

Хорошо защищают от воздействия светового излучения лес, густой кустарник, холмы, овраги и любые местные предметы, способные создать зоны тени (рис. 54). Так, редкий лиственный лес может ослабить световой импульс в 2—3 раза, а густой — до 10 и более раз.

Встречая на своем пути какие-либо объекты, световое излучение нагревает их. Больше всего нагревается освещенная поверхность предмета, перпендикулярная потоку излучения.

Основной характеристикой светового излучения, действующего на объект, является световой импульс, т. е. количество энергии светового излучения, падающего на 1 *см*² поверхности, перпендикулярной направлению распространения излучения, за все время свечения. Величина светового импульса выражается в *кал/см*².

Если поверхность объекта расположена не под прямым углом к направлению распространения потока излучения, то на 1 *см*² ее будет падать меньше световой энергии, чем на перпендикулярную поверхность. На поверхность, расположенную параллельно прямому потоку световых лучей, будет действовать лишь рассеянное излучение (рис. 55).



Рис. 55. Зависимость количества светового излучения, падающего на поверхность, от угла падения

Величина светового импульса уменьшается с увеличением расстояния от центра взрыва. Если бы световое излучение распространялось в пустоте, то величина светового импульса уменьшалась бы пропорционально квадрату расстояния от центра взрыва: при увеличении расстояния в два и три раза световой импульс уменьшался бы в четыре и девять раз (рис. 56). Но так как на пути излучения имеется воздух, содержащий к тому же частицы пыли, то часть излучения поглощается и величина светового импульса уменьшается несколько быстрее, чем в пустоте. Чем сильнее запылен воздух, т. е. чем меньше его прозрачность, тем больше ослабляется световое излучение.

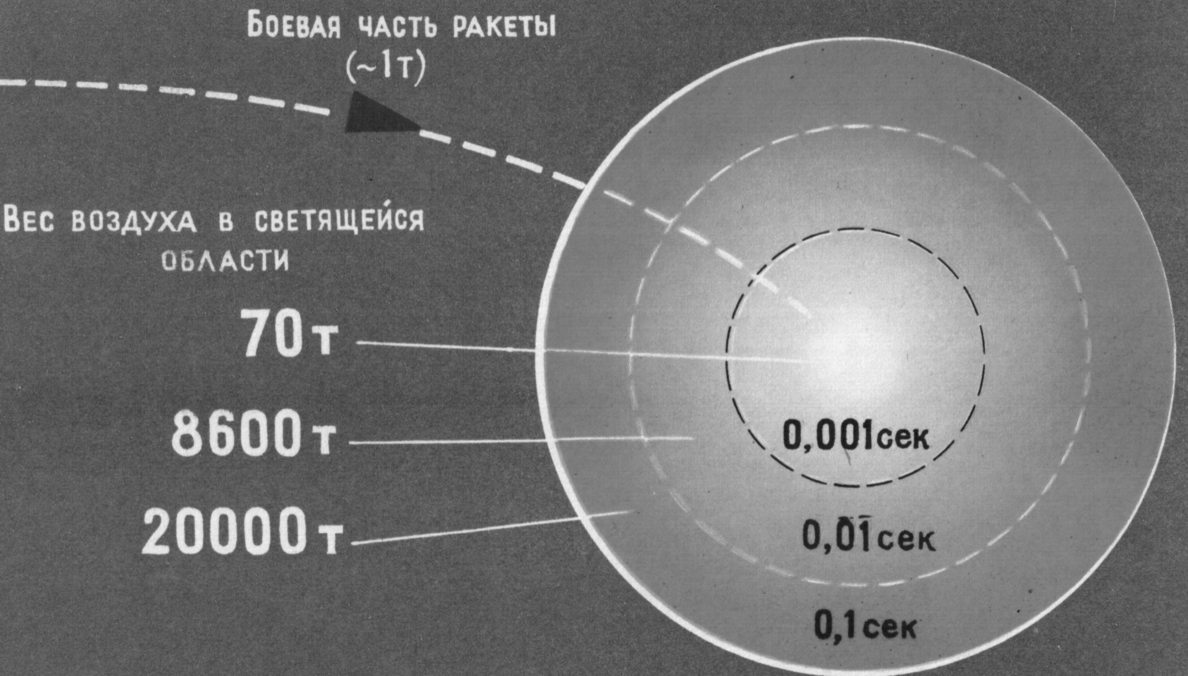


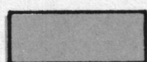
Рис. 50. Количество раскаленного газа в святящейся области ядерного взрыва мощностью 100 тыс. *т*

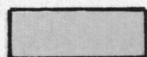
2%
30%
68%
4000°

7%
41%
52%
5000°

15%
47%
38%
6000°

31%
48%
21%
8000°


Ультрафиолетовое излучение


Видимое излучение

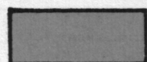
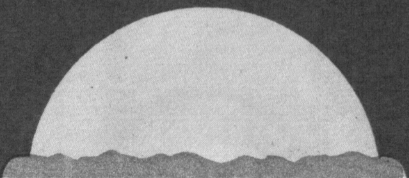
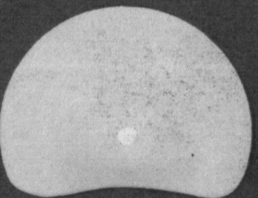

Инфракрасное излучение

Рис. 52. Состав светового излучения при различной температуре поверхности светящейся области





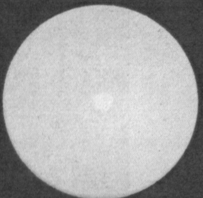


Рис. 53. Форма светящейся области при различных видах взрыва



Рис. 54. Местные предметы, создающие зону тени, способны надежно защитить от светового излучения

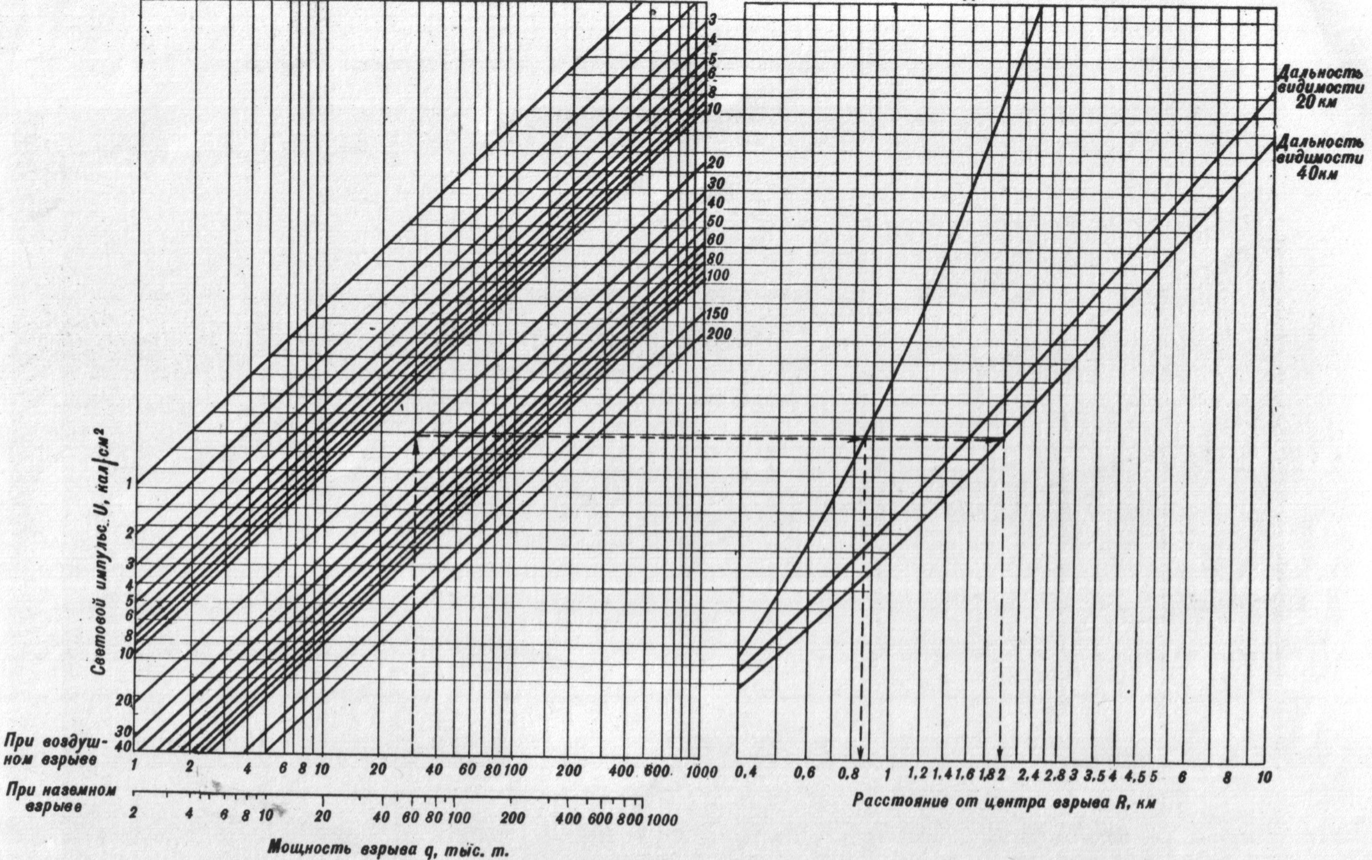


Рис. 57. График для определения расстояния с заданной величиной светового импульса

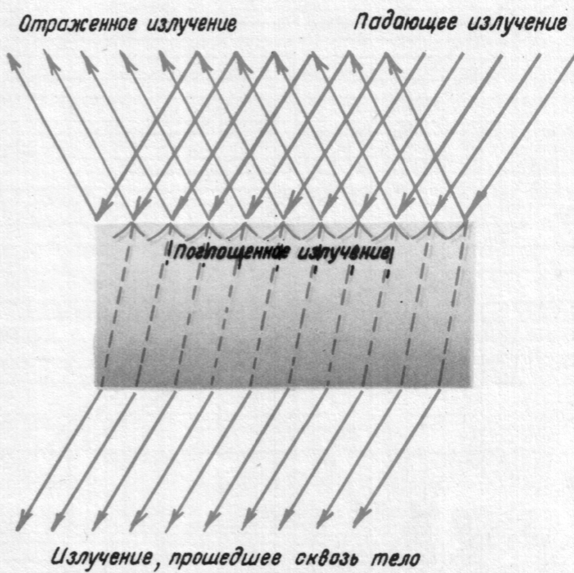


Рис. 58. Поглощение, отражение и пропускание излучения телом

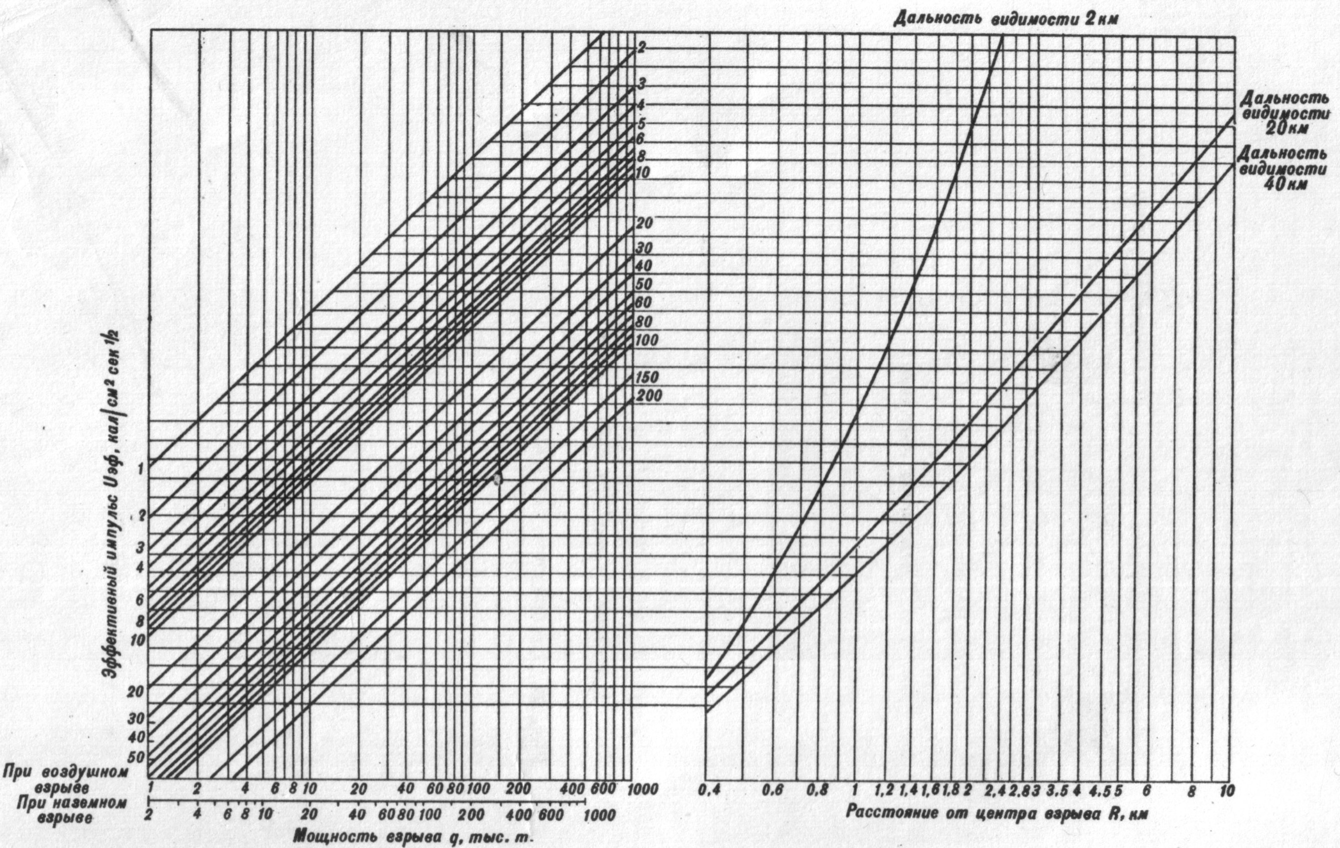


Рис. 60. График для определения расстояния с заданной величиной эффективного импульса

ние или оплавление некоторых материалов при взрыве мощностью 50 тыс. т, приведены в табл. 3. Коэффициент уменьшения или увеличения поражающего светового импульса в зависимости от мощности взрыва приведен на рис. 59.

Таблица 3

Ориентировочные значения световых импульсов, вызывающие обугливание, горение или оплавление некоторых материалов

(при взрыве мощностью 50 тыс. *т*)

Наименование материала	Световой импульс (в *кал/см*²), вызывающий		
	обугливание	горение	начало оплавления
Березовые доски сухие	10	50	—
Сосновые доски сухие	7	50	—
Сосновые доски, окрашенные в черный цвет	—	30	—
Сосновые доски, окрашенные в белый цвет	40	150	—
Древесная кора сухая	3	25	—
Дерматин	4	6	—
Брезент палаточный	4	15	—
Парусина неотбельная	10	30	—
Полотно суровое	10	15	—
Ткань шторная коричневая	5	7	—
Мешковина упаковочная	8	15	—
Сатин синий и черный	4	6	—
Бязь белая	10	20	—
Бостон защитного цвета	6	12	—
Диагональ темно-синяя	6	15	—
Габардин защитного цвета	6	12	—
Сукно шинельное серое	7	30	—
Ткань хлопчатобумажная цвета хаки	4	7	—
Бумага белая	8	15	—
Стекло оконное	—	—	700—800
Красная черепица	—	—	20
Алюминий толщиной 3 *мм*	—	—	140—170
Железо толщиной 1 *мм*	—	—	260
Железо толщиной более 2 *мм*	—	—	750
Медь толщиной 2 *мм*	—	—	370
Фольга медная толщиной 0,1 *мм*	—	—	30

По величинам световых импульсов, приведенным в табл. 3, и по графику (рис. 57) их зависимости от расстояния для различной дальности видимости может быть определен радиус зоны повреждения различных материалов световым излучением. Следует, однако, иметь в виду, что для расчета радиуса зоны повреждения при взрывах боеприпасов большей или меньшей мощности значения световых импульсов, приведенные в табл. 3, должны быть увеличены или уменьшены в соответствии с графиком (рис. 59).

Существует и несколько иная методика расчета импульсов, вызывающих различные повреждения материалов, исключающая промежуточные вычисления величины светового импульса в

зависимости от мощности взрыва. Для этой цели вводится понятие— эффективный импульс, который равен

$$u_{эф} = \frac{6u}{\sqrt[6]{q}} \; кал/см^2 \cdot сек^{1/2},$$

где u — световой импульс, $кал/см^2$;

q — мощность взрыва, $т$.

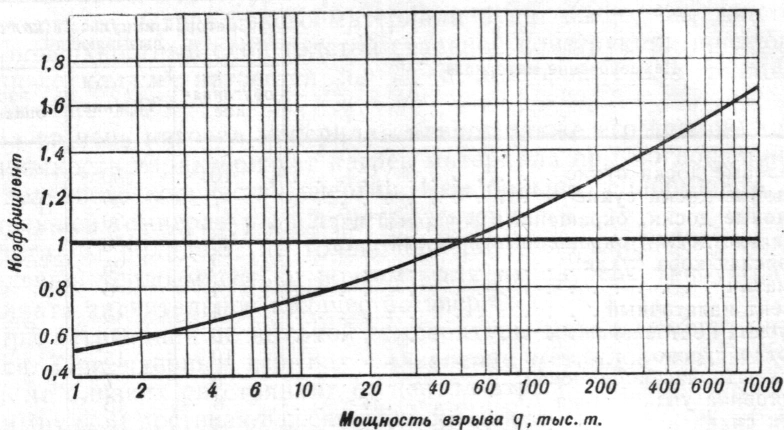


Рис. 59. Коэффициент изменения поражающего светового импульса в зависимости от мощности взрыва

Величина эффективного импульса, при которой возникает данное повреждение, не зависит от мощности взрыва, а следовательно, и от длительности свечения. Этим обстоятельством и объясняется удобство пользования эффективным импульсом при расчетах поражающего действия светового излучения.

Численно значение эффективного импульса, при котором происходит обугливание и воспламенение материалов, совпадает с величиной светового импульса при взрыве мощностью 50 тыс. *т*.

Для вычисления радиуса зоны повреждения в качестве численных значений эффективного импульса можно брать величины светового импульса из табл. 3 и расчет вести по графику (рис. 60). Методика пользования этим графиком такая же, как и графиком, приведенным на рис. 57.

Поражающее действие светового излучения ядерного взрыва характерно тем, что вызывает огромное количество очагов пожаров на большой площади. Если не принять своевременно меры к их локализации и тушению, то отдельные очаги сольются в сплошной пожар, тушить который значительно труднее. Особенно опасны пожары в городах, лесах и в массивах созревающих хлебов. При пожаре на большой площади может возникнуть так называемый

Рис. 62. Зависимость доз проникающей радиации от расстояния

Таблица 4

Дозы проникающей радиации при взрыве мощностью 1 тыс. *т*

Расстояние от центра взрыва, *м*	Доза D_1, *р*	Расстояние от центра взрыва, *м*	Доза D_1, *р*
100	~160000	1600	1,5
200	26000	1700	0,9
300	8000	1800	0,54
400	3000	1900	0,33
500	1270	2000	0,19
600	600	2100	0,12
700	270	2200	0,073
800	150	2300	0,045
900	80	2400	0,028
1000	42	2600	0,010
1100	23	2800	0,0042
1200	13	3000	0,0013
1300	7,8	3200	0,00054
1400	4,5	3400	0,00025
1500	2,6	3600	0,0001

Таблица 5

Значение коэффициента *a*

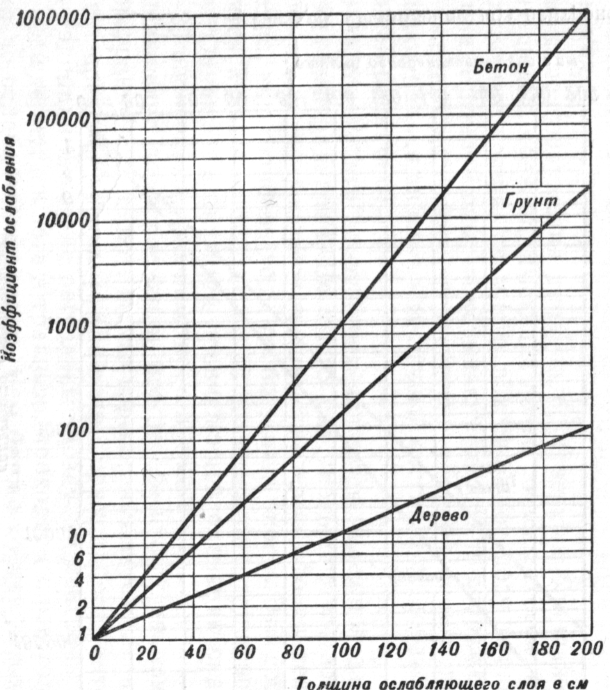
Мощность взрыва *q*, тыс. *т*	Коэффициент *a*	Мощность взрыва *q*, тыс. *т*	Коэффициент *a*
1	1,0	20	44
2	2,2	30	80
3	3,5	50	160
4	5,0	75	320
5	6,7	100	470
6	8,5	150	900
8	12,0	200	1400
10	17,0	300	2500
15	28		

Пример 1. Определить дозу проникающей радиации на расстоянии $R = 1600$ *м* от центра наземного ядерного взрыва мощностью $q = 150$ тыс. *т*.

Решение. Из табл. 4 следует, что $D_1 = 1,5$ *р*. Определив по табл. 5, что коэффициент $a = 900$, находим дозу проникающей радиации

$$D = aD_1 = 900 \cdot 1,5 = 1350\ р.$$

Пользуясь соотношением (1) и табл. 4 и 5, можно определять радиусы зон поражения личного состава проникающей радиацией.



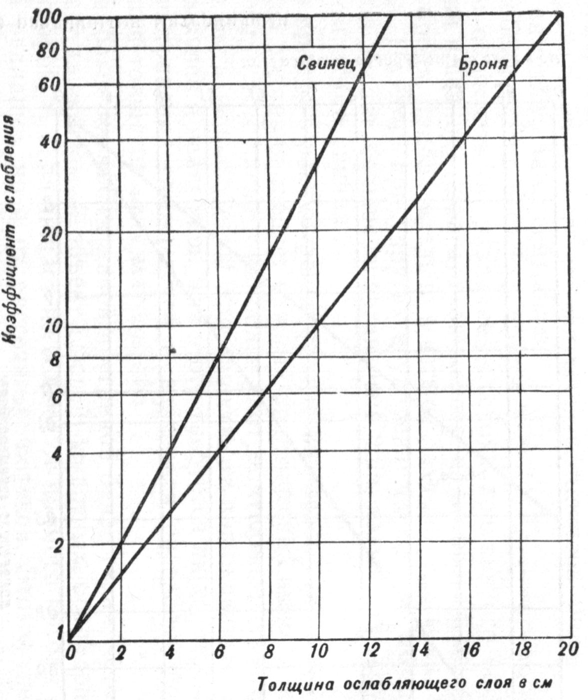
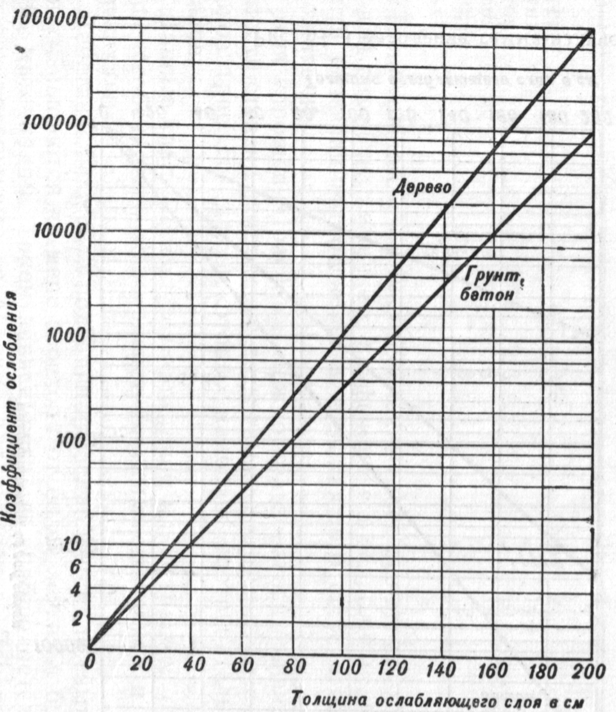


Рис. 64. Ослабление гамма-излучения различными материалами



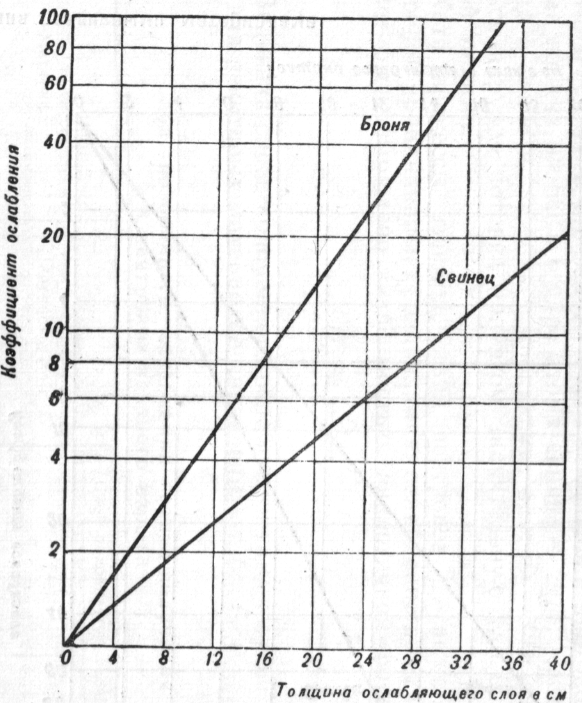


Рис. 65. Ослабление доз нейтронов различными материалами

Рассмотренный пример показывает, что защитой от проникающей радиации могут явиться и различные естественные укрытия: овраги, канавы, обратные по отношению к взрыву скаты холмов и другие неровности местности.

Таким образом, защита от поражающего действия проникающей радиации должна быть основана на умелом и своевременном использовании не только оборонительных сооружений, но и таких естественных укрытий, в которых на пути распространения гамма-лучей и нейтронов оказывается большая толща грунта или других материалов, способная существенно ослабить дозу радиации.

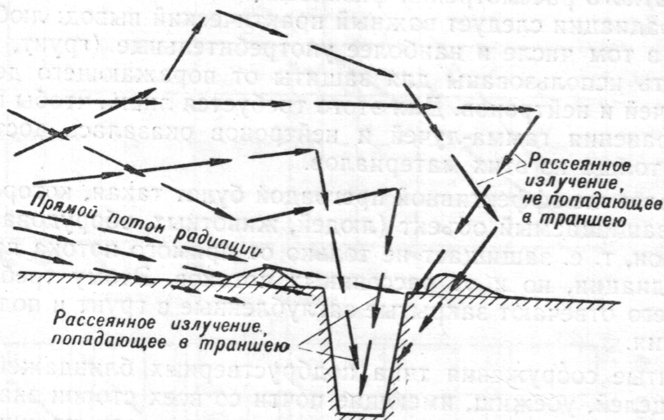


Рис. 66. Ослабление проникающей радиации траншеей

§ 10. Радиоактивное заражение

Среди поражающих факторов ядерного взрыва радиоактивное заражение местности занимает особое место, так как вызываемые им поражения людей могут наблюдаться дни, недели, а в ряде случаев и месяцы. В отличие от отравляющих веществ радиоактивные продукты ядерного взрыва способны оказывать поражающее действие не только при попадании на кожу или внутрь организма (через органы дыхания, рот, раны), но и на расстоянии — путем внешнего облучения.

Весьма важной особенностью радиоактивного заражения является то, что его нельзя обнаружить ни по цвету, ни по вкусу, ни по запаху. Оно может быть выявлено лишь при помощи дозиметрических приборов.

За последние годы в связи с практическим осуществлением термоядерной реакции мощность ядерного оружия значительно возросла. Это привело к существенному повышению значения радиоактивного заражения как поражающего фактора.

осколочной активностью. Спустя 5—7 дней после наземного взрыва вследствие относительно большой скорости распада искусственных радиоактивных изотопов (алюминия-28, марганца-56 и натрия-24) заражение всего района наземного взрыва обусловливается практически лишь осколочной активностью. Следовательно, с этого времени уровни радиации в любой точке зараженной местности уменьшаются в соответствии со скоростью распада осколков деления.

График зависимости уровней радиации от времени в районе наземного и воздушного взрывов приведен на рис. 67.

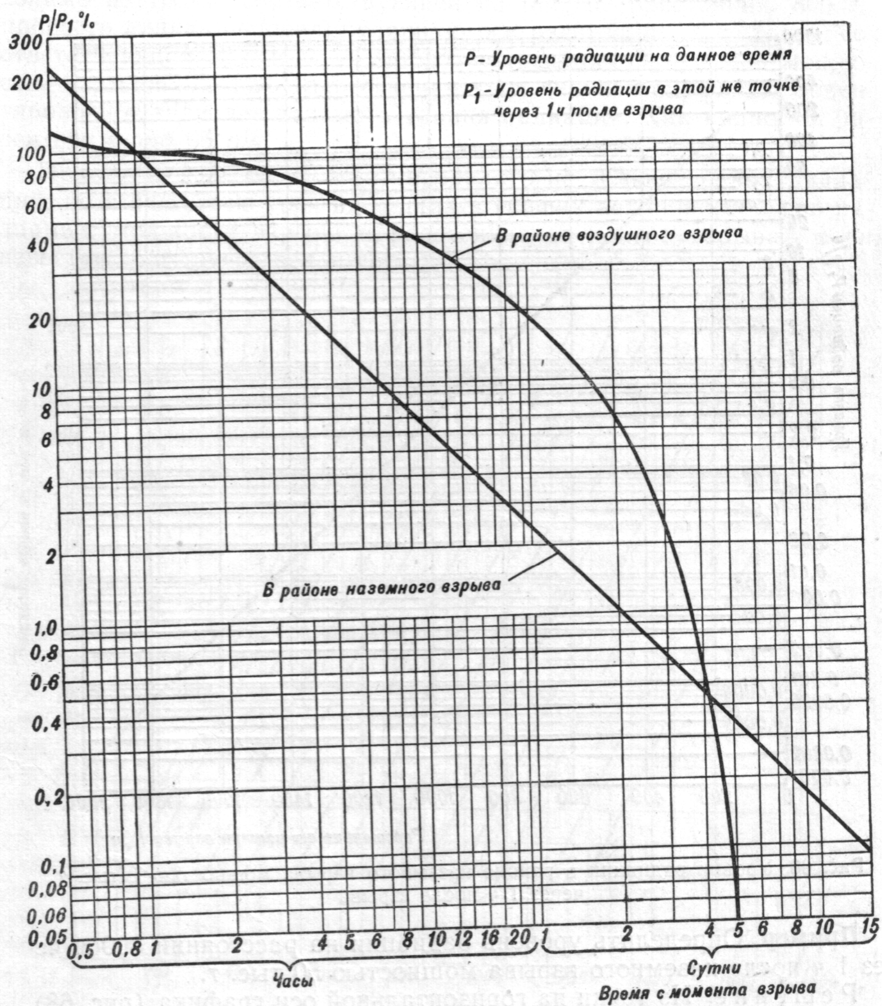


Рис. 67. Зависимость уровней радиации от времени в районе наземного и воздушного взрывов

На рис. 68 приведена графическая зависимость уровней радиации от расстояния до центра наземного взрыва мощностью 1 тыс. *т* через час после взрыва. Уровень радиации на заданном расстоянии от центра наземного взрыва прямо пропорционален мощности взрыва:

$$P = P_1 q \ р/ч,$$

где P_1 — уровень радиации при взрыве мощностью 1 тыс. *т* (рис. 68);

q — мощность взрыва, для которой определяется уровень радиации, тыс. *т*.

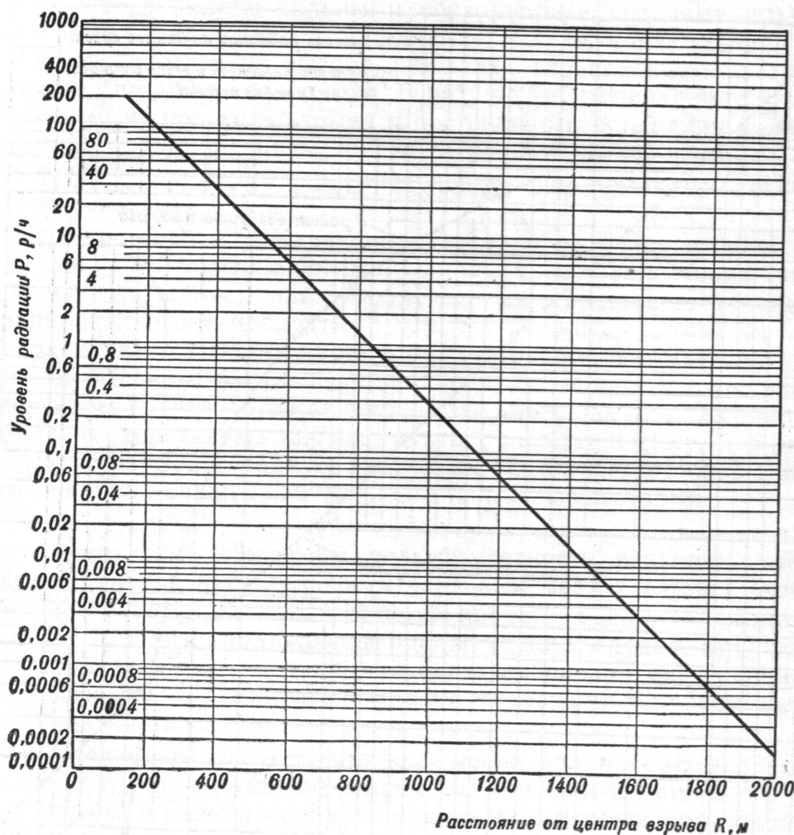


Рис. 68. Уровни радиации в районе наземного взрыва мощностью 1 тыс. *т* через 1 *ч* после взрыва

Пример. Определить уровень радиации на расстоянии 800 *м* через 1 *ч* после наземного взрыва мощностью 50 тыс. *т*.

Решение. Из точки на горизонтальной оси графика (рис. 68), соответствующей расстоянию 800 *м*, проводим вертикальную линию до пересечения ее с наклонной прямой. Против точки пересе-

чения на вертикальной оси находим, что уровень радиации для взрыва мощностью 1 тыс. *т* равен приблизительно 1,3 *р/ч*. Тогда искомый уровень радиации будет равен

$$P = P_1 q = 1{,}3 \cdot 50 = 65\ р/ч.$$

Для решения таких задач удобно пользоваться графиком (рис. 69), построенным на основании рис. 68 и формулы $P = P_1 q$. Чтобы найти уровень радиации по условиям предыдущего примера, необходимо из точки, соответствующей на рис. 69 расстоянию 800 *м*, провести линию, перпендикулярную оси расстояний, а из точки, соответствующей 50 тыс. *т*, — линию, перпендикулярную оси мощностей взрывов. Точка *А* пересечения этих линий и определит ориентировочное значение искомого уровня радиации. Как видно, он равен примерно 65 *р/ч*.

Пользуясь рис. 69, можно определять не только уровни радиации, но и любую из трех входящих в график величин (уровень радиации, мощность взрыва и расстояние от центра взрыва), если известны две другие величины.

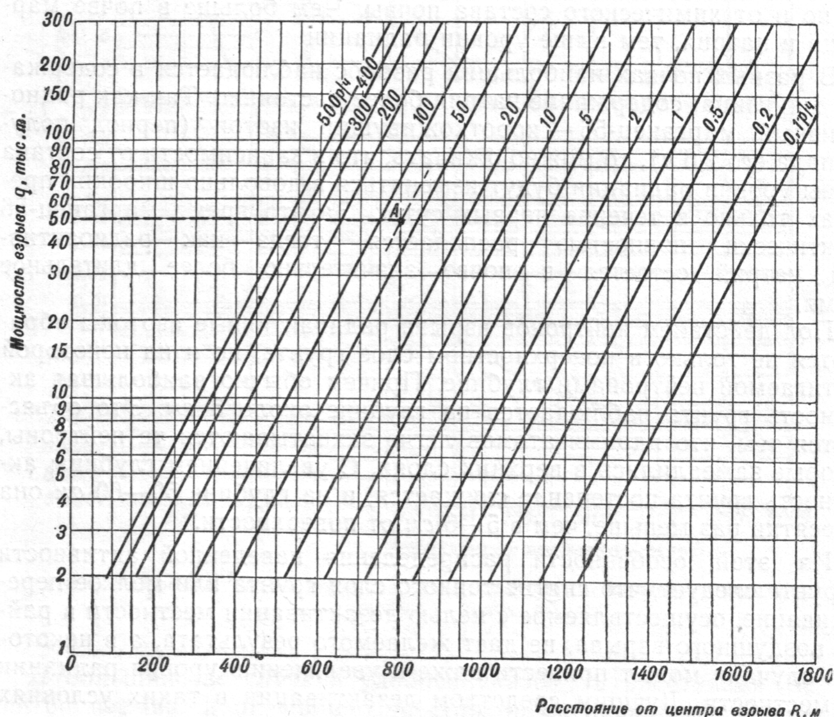


Рис. 69. Зависимость уровней радиации в районе наземного взрыва от мощности взрыва и расстояния через 1 *ч* после взрыва

При воздушном взрыве светящаяся область, содержащая в себе все продукты взрыва, не касается поверхности земли. Кроме того, восходящими потоками воздуха в само облако втягивается значительно меньше пыли, чем при наземном взрыве. В этом случае все продукты взрыва вместе с облаком поднимаются на бо́льшую высоту. Из-за отсутствия в облаке более или менее крупных частиц грунта количество радиоактивных продуктов взрыва, выпадающих непосредственно в районе воздушного взрыва, ничтожно мало по сравнению с наземным взрывом и не имеет существенного значения.

Наведенная активность при воздушном взрыве меньше, чем при наземном, так как вследствие большой высоты взрыва поток нейтронов, достигающий поверхности земли, будет значительно ослаблен. Однако при воздушных взрывах на относительно малых высотах (высота H менее $10—12\sqrt[3]{q}$, *м*) наведенная активность в почве, а следовательно, и уровни радиации на местности оказываются все же сравнительно высокими и притом они тем выше, чем меньше высота взрыва.

Уровни радиации зависят не только от высоты и мощности взрыва, но и от химического состава почвы. Чем больше в почве марганца и натрия, тем выше уровни радиации.

В разных почвах наибольший разброс наблюдается в содержании марганца; содержание натрия более постоянно. Так как радиоактивный марганец-56 — короткоживущий изотоп (период полураспада его 2,6 *ч*), то можно ожидать, что в зависимости от состава почвы уровни радиации будут изменяться в довольно широких пределах только в течение первых суток. За это время марганец-56 практически полностью распадается, тогда как радиоактивный натрий остается в почве значительно более длительное время.

Под действием нейтронов взрыва радиоактивные изотопы образуются не только в поверхностном слое грунта, но и на некоторой достигаемой нейтронами глубине. Причем обычно наибольшая активность грунта наблюдается на глубине около 5 *см*. Это объясняется тем, что ядрами атомов легче захватываются те нейтроны, которые замедлились в верхних слоях. С увеличением глубины активность грунта постепенно снижается, и на глубине 50—60 *см* она в десятки раз меньше, чем в 5—6 *см* от поверхности.

Из этой особенности распределения наведенной активности в грунте следует, что снятие тонкого слоя грунта или мелкое перепахивание, осуществляемое с целью дезактивации местности в районе воздушного взрыва, не даст желаемого результата, а в некоторых случаях может привести даже к увеличению уровня радиации на местности. Лучшим средством дезактивации в таких условиях может служить засыпка зараженной местности слоем незараженного грунта.

Поскольку поток нейтронов ядерного взрыва, вызывающий наведенную активность в почве, практически симметричен, зона заражения в районе воздушного взрыва представляет собой довольно правильный круг.

Как и при наземном взрыве, уровни радиации на одинаковом расстоянии от центра воздушного взрыва прямо пропорциональны мощности взрыва. На рис. 70, *а* приведена зависимость уровней радиации в районе низкого воздушного взрыва мощностью 1 тыс. *т* от расстояния до центра взрыва. Уровень радиации в районе воздушного взрыва любой другой мощности можно определять, пользуясь соотношением $P = P_1 q$ *р/ч.*

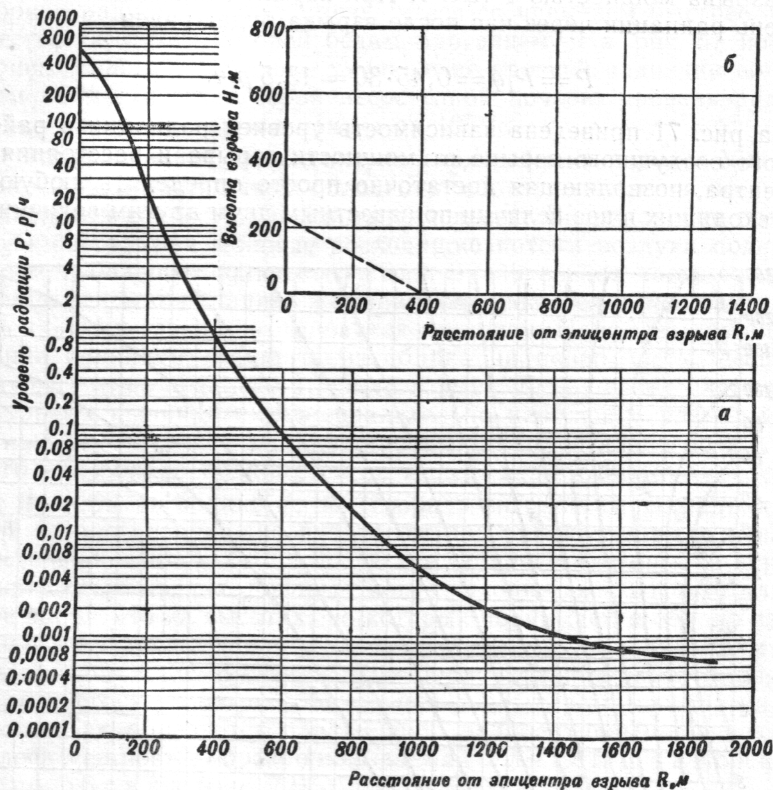


Рис. 70. Уровни радиации в районе воздушного взрыва мощностью 1 тыс. *т* через 1 *ч* после взрыва

В большинстве случаев удобнее указывать расстояния не от центра взрыва, а от эпицентра. Для определения расстояния до эпицентра взрыва по расстоянию до центра и заданной высоте взрыва служит рис. 70, *б*.

Пример. Определить уровень радиации через 1 *ч* после воздушного взрыва мощностью 30 тыс. *т* на расстоянии 400 *м* от эпицентра. Высота взрыва 220 *м* $(7\sqrt[3]{q})$.

Решение. Пользуясь рис. 70,*б*, определим, чему равно расстояние от рассматриваемой точки до центра взрыва. Для этого соединим прямой отметку 400 *м* на горизонтальной оси с отметкой 220 *м* на вертикальной оси. Длина полученного отрезка в масштабе данного графика будет равна 450 *м*.

Затем по графику рис. 70, *а* найдем уровень радиации на расстоянии 450 *м*. Он равен примерно 0,45 *р/ч*. Но это уровень радиации для взрыва мощностью 1 тыс. *т*. При взрыве мощностью 30 тыс. *т* уровень радиации через час после взрыва будет равен

$$P = P_1 q = 0,45 \cdot 30 = 13,5 \; р/ч.$$

На рис. 71 приведена зависимость уровней радиации в районе низкого воздушного взрыва от мощности взрыва и расстояния до эпицентра, позволяющая достаточно просто определять любую из трех входящих в нее величин по известным двум другим величинам.

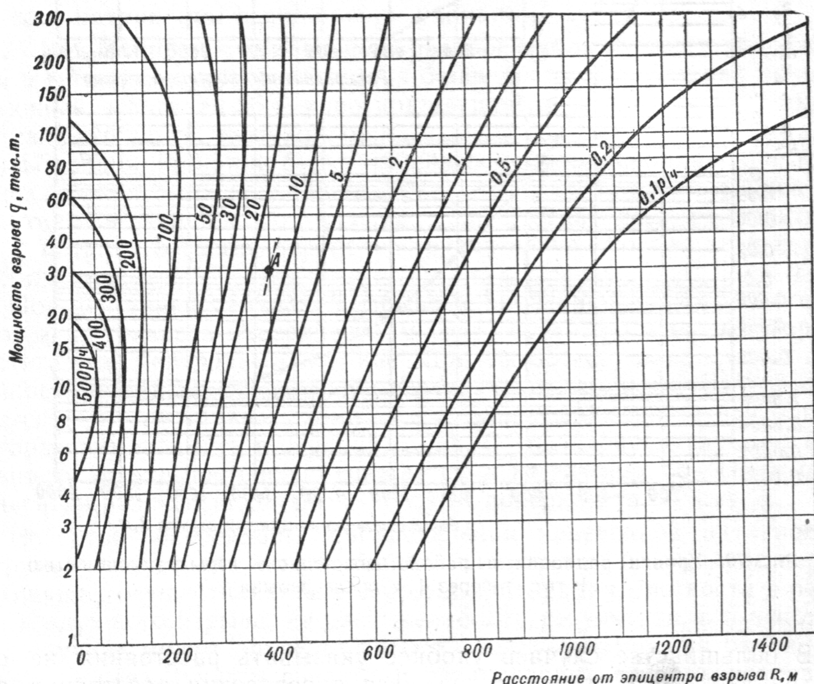


Рис. 71. Зависимость уровней радиации в районе низкого воздушного взрыва от мощности взрыва и расстояния от эпицентра через 1 *ч* после взрыва

среднего* ветра $v = 50$ *км/ч* от расстояния до центра взрыва приведена на рис. 73.

Из рис. 73 видно, что с увеличением расстояния от центра взрыва уровни радиации на оси следа вначале возрастают, достигая максимального значения на некотором расстоянии R_{max}, а затем

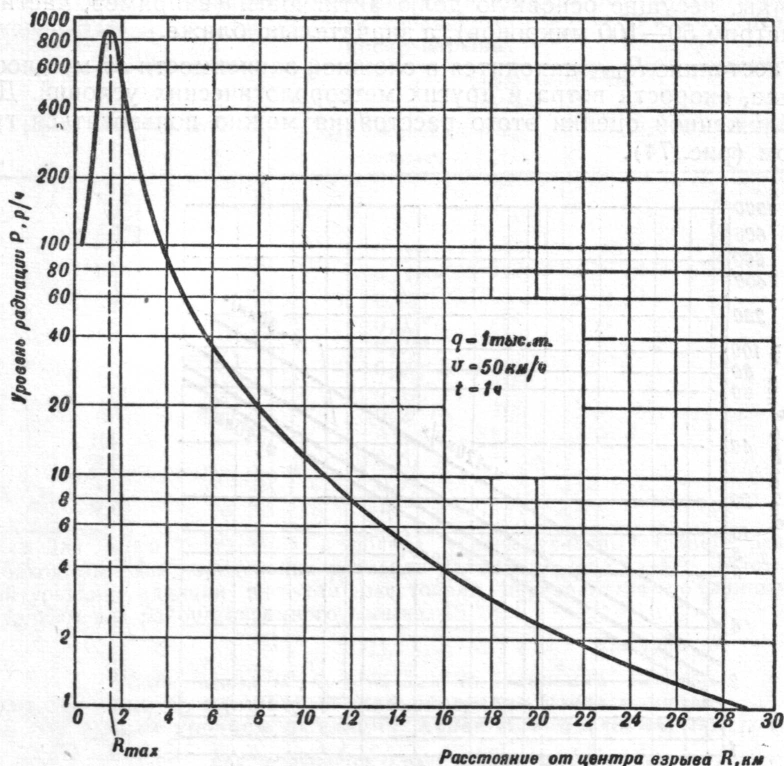


Рис. 73. Уровни радиации на оси следа облака наземного взрыва

постепенно уменьшаются. Основная причина такого явления заключается в неравномерном распределении активности в облаке между частицами различного размера. Мелкие частицы, на долю которых падает бóльшая часть активности, поднимаются на большую высоту, чем крупные. Поэтому вблизи места взрыва (на расстоянии меньше R_{max}) выпадают относительно крупные частицы, общая активность которых сравнительно невелика. На бóльших расстояниях, где выпадают частицы, несущие основную долю активности, уровни радиации будут больше.

* Скорости ветра на различных высотах обычно отличаются по величине и по направлению. Средним ветром принято называть ветер, являющийся средним по скорости и направлению для всех слоев атмосферы в пределах высоты подъема облака взрыва.

Нужно, однако, иметь в виду и такой важный фактор, как радиоактивный распад. Чем дальше от центра взрыва, тем больше проходит времени до момента выпадения пыли и тем меньше будет активность частиц. Вследствие этого максимальные уровни радиации на оси следа наблюдаются не на тех расстояниях, где выпадают частицы, несущие основную долю активности (например, частицы диаметром 50—100 микронов), а значительно ближе.

Расстояние R_{max} находится в сложной зависимости от мощности взрыва, скорости ветра и других метеорологических условий. Для приближенной оценки этого расстояния можно пользоваться графиком (рис. 74).

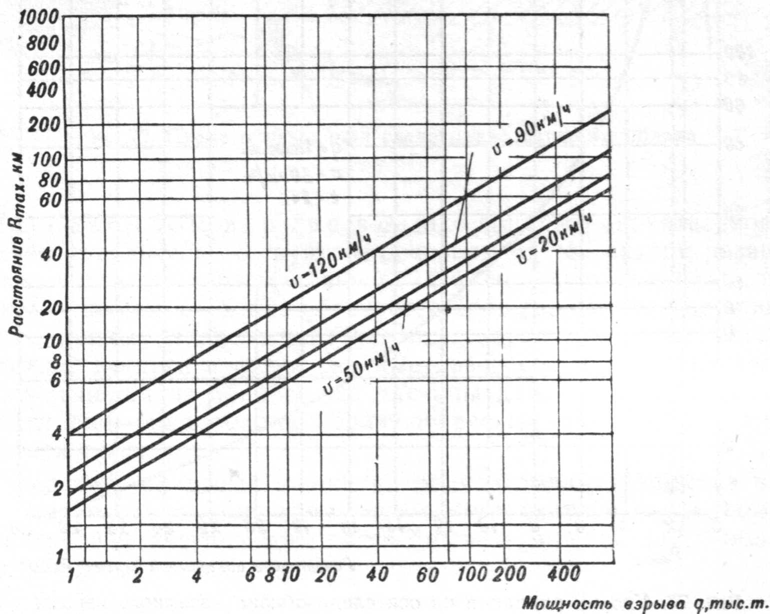


Рис. 74. Зависимость R_{max} от мощности взрыва и скорости среднего ветра

Приведенная на рис. 73 зависимость уровней радиации от расстояния показывает, что одинаковые на данный момент времени уровни радиации на оси следа облака могут наблюдаться на расстояниях, как больших, так и меньших R_{max}. Меньшее расстояние R_1 принято называть расстоянием до ближней границы, большее R_2 — расстоянием до дальней границы следа. Эти расстояния для различных уровней радиации на оси следа облака взрыва мощностью 1 тыс. *т* при скорости среднего ветра 50 *км/ч* приведены в табл. 7 на 1 *ч* после взрыва.

Для взрывов других мощностей, осуществляемых при той же величине среднего ветра, расстояния до ближней и дальней границ

следа на 1 *ч* после взрыва определяются умножением расстояний R'_1 и R'_2, приведенных в табл. 7, на коэффициенты k_1 и k_2, указанные в табл. 8.

Таблица 7

Расстояние до ближней и дальней границ следа облака при взрыве мощностью 1 тыс. *т* и скорости среднего ветра $v = 50$ *км/ч* через 1 *ч* после взрыва

Уровень радиации, *р/ч*	Расстояние, *км*	
	R'_1 (до ближней границы следа)	R'_2 (до дальней границы следа)
0,1		78
0,2		58
0,5	0,003*	39
1	0,005*	29
2	0,01*	21
5	0,02*	14
10	0,04*	11
30	0,09*	6,5
50	0,15*	5,2
75	0,2*	4,2
100	0,3	3,9
200	0,5	2,9
300	0,7	2,4
500	1,1	2

* Для этого расстояния в таблице указан условный уровень радиации, необходимый для определения размеров радиоактивного следа. Действительный уровень радиации на этом расстоянии определяется по данным, приведенным для района наземного взрыва.

Таблица 8

Коэффициенты k_1 и k_2 для определения расстояний до ближней и дальней границ следа с заданным уровнем радиации через 1 *ч* после взрыва

(для взрывов различной мощности)

Мощность взрыва, тыс. *т*	k_1 (для ближней границы)	k_2 (для дальней границы)
1	1	1
2	1,5	1,5
3	2,0	1,8
4	2,4	2,2
5	2,8	2,5
6	3,1	2,7
8	3,7	3,1
10	4,2	3,5
20	6,5	5,2
30	8,4	6,5
50	11,6	8,6
75	14,6	10,7
100	18	12,6
150	23	16
300	35	23

Умножением полученных расстояний на поправочный коэффициент m (табл. 9) можно определить расстояния до ближней и дальней границ следа с заданным уровнем радиации для времени после взрыва, не равного 1 *ч*, а умножением на коэффициент n (табл. 10) — для скорости среднего ветра, отличающейся от 50 *км/ч*.

Таблица 9

Коэффициенты m_1 и m_2 для определения расстояний до ближней и дальней границ следа с заданным уровнем радиации на различное время после взрыва

Время после взрыва	m_1 (для ближней границы)	m_2 (для дальней границы)
0,5 *ч*	0,5	1,4
1 *ч*	1	1,0
2 *ч*	2	0,7
3 *ч*	3	0,6
5 *ч*	5	0,4
10 *ч*	10	0,3
1 сутки	24	0,2
2 суток	48	0,1
5 суток	120	0,08
10 суток	240	0,06

Таблица 10

Коэффициенты n_1 и n_2 для определения расстояний до ближней и дальней границ следа с заданным уровнем радиации при различной скорости ветра

Скорость ветра, *км/ч*	n_1 (для ближней границы)	n_2 (для дальней границы)
20	0,4	0,8
50	1,0	1,0
90	1,9	1,2
120	2,6	1,3

Пример. Определить расстояния по оси следа, на которых через 3 *ч* после взрыва мощностью 150 тыс. *т* будут наблюдаться уровни радиации 50 *р/ч*. Скорость среднего ветра 90 *км/ч*.

Решение. Из табл. 7 находим, что при взрыве мощностью 1 тыс. *т* уровень радиации 50 *р/ч* при ветре 50 *км/ч* через 1 *ч* после

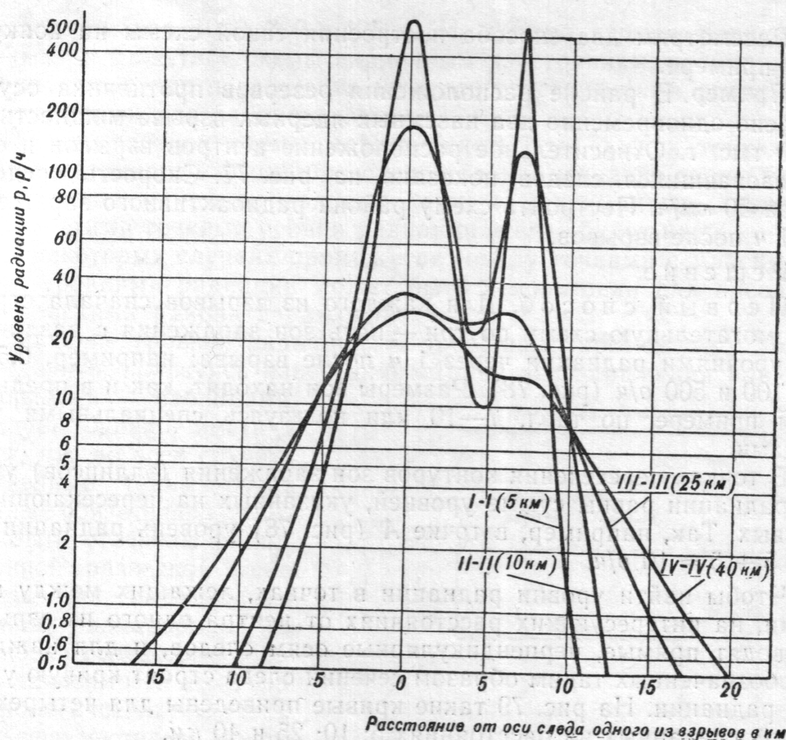


Рис. 79. Кривые уровней радиации в различных сечениях следа облака

Второй способ. Этот способ позволяет строить кривые уровней радиации в сечениях, перпендикулярных осям следов, не вычерчивая большого количества эллипсов для каждого взрыва.

Сущность этого способа рассмотрим на построении точек кривой уровней радиации в сечении II—II, проведенном на расстоянии 10 *км* от центра взрыва мощностью 8 тыс. *т* (рис. 81).

Определим суммарный уровень радиации в точке *A*, положение которой относительно центров взрывов задано координатами $a_1 = 6$ *км*, $b_1 = 10$ *км*; $a_2 = 13$ *км* и $b_2 = 16$ *км*.

Уровень радиации в точке *A*, как и в любой другой точке зоны наложения радиоактивных следов, равен сумме уровней радиации от двух взрывов. Определим эти уровни для каждого взрыва отдельно. При этом будем иметь в виду, что уровень радиации от рассматриваемого взрыва будет в точке *A* таким же, как и на оси следа в точках, где ось пересекла бы проведенный через точку *A* эллипс, изображающий зону заражения с данным уровнем радиации. Расстояние *R* до дальней границы (расстояние от центра взрыва до

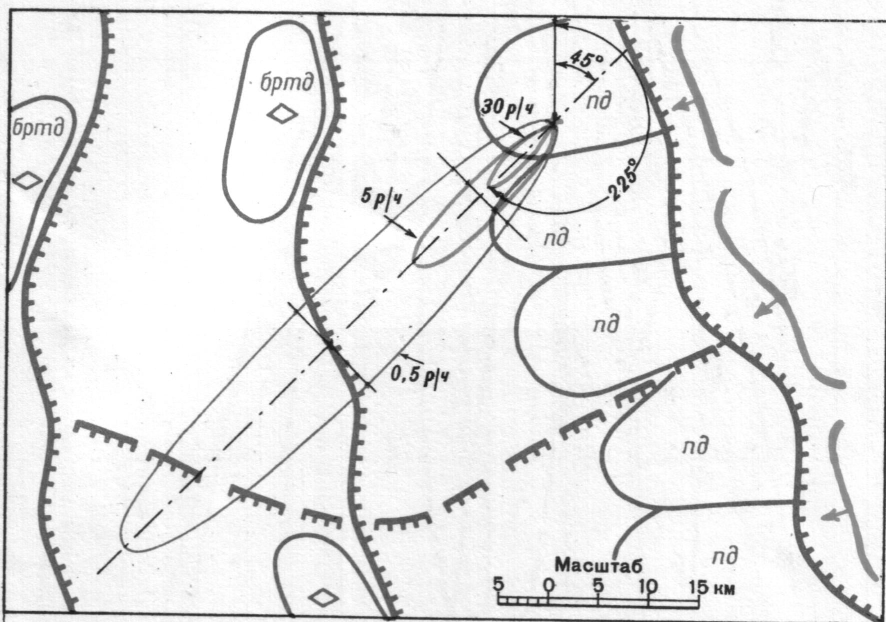


Рис. 75. Схема следа радиоактивного облака наземного взрыва

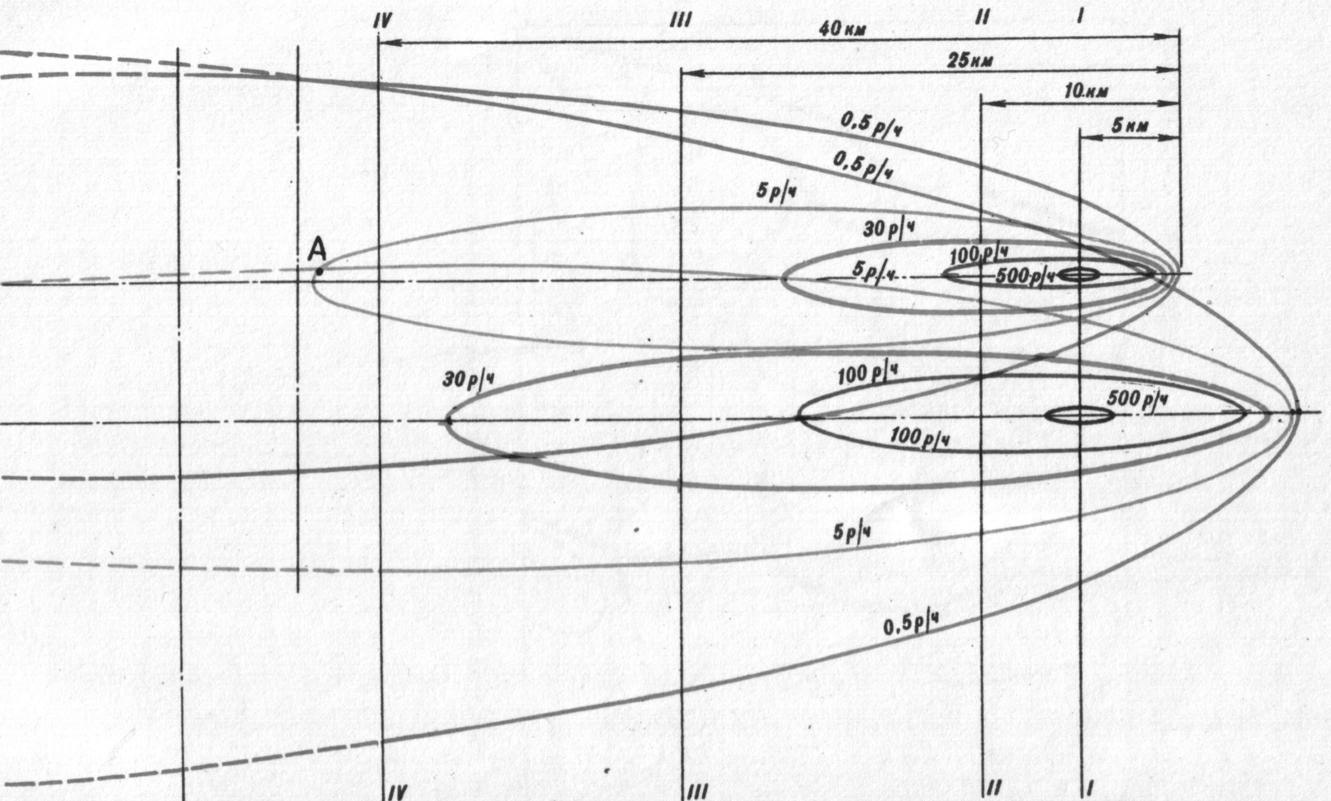


Рис. 78. Вспомогательная схема зон заражения с различными уровнями радиации на следе облака взрывов мощностью 8 и 30 тыт. *т*

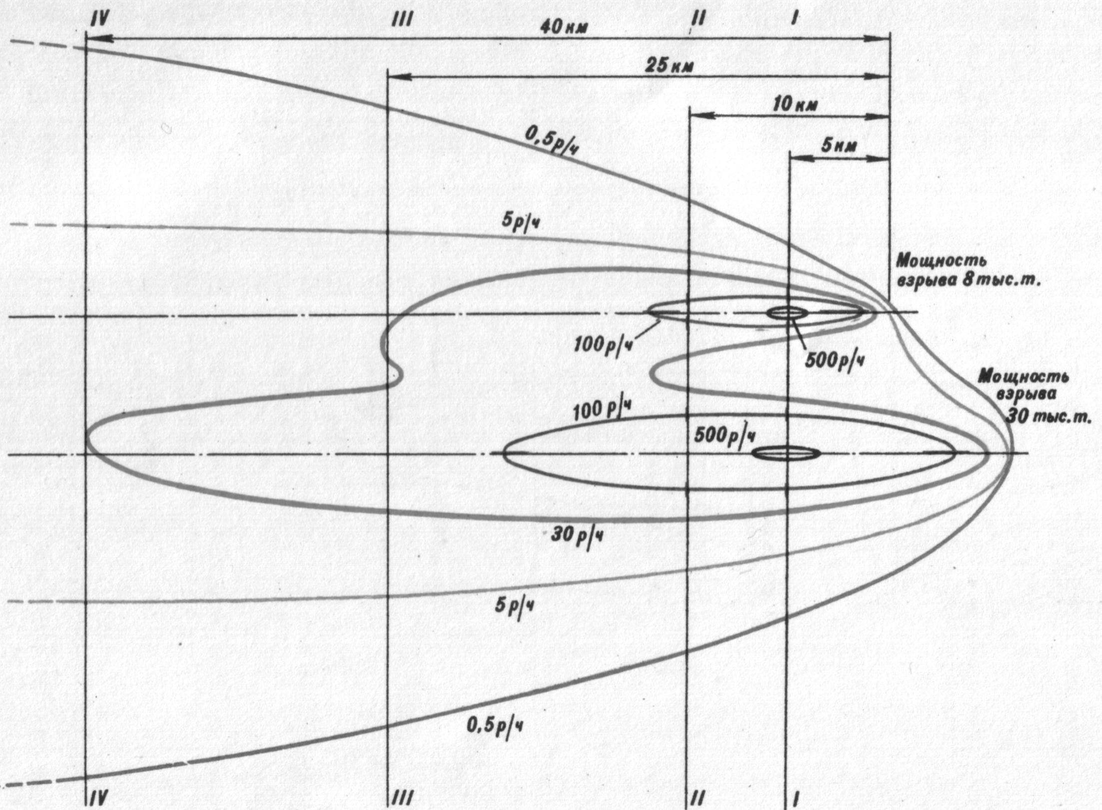


Рис. 80. Схема района заражения от двух взрывов

увеличении высоты взрыва уменьшается ослабление гамма-квантов и нейтронов при взаимодействии их с атомами газов, входящих в состав воздуха. Такой вывод подтверждается сравнительными данными о суммарных дозах проникающей радиации при взрывах мощностью 20 тыс. *т* у поверхности земли и на высоте 10 и 20 *км*, приведенными в табл. 12.

Таблица 12

Суммарные дозы проникающей радиации (*р*) при наземном и высотных ядерных взрывах мощностью 20 тыс. *т*

Расстояние от центра взрыва, *м*	Наземный взрыв	Взрыв на высоте	
		10 *км*	20 *км*
500	64 000	250 000	500 000
1000	2 100	32 000	100 000
1500	100	7 100	37 000
2000	8	2 000	17 600
3000	—	225	5 800
5000	—	5	1 200
6000	—	—	500

Проникающая радиация является основным поражающим фактором при высотном взрыве, предпринимаемым с целью поражения пилотируемых самолетов, так как радиус ее действия на экипажи самолетов будет значительно превышать радиус действия других поражающих факторов. Для наземных объектов она не представляет опасности.

Образующееся при высотном ядерном взрыве радиоактивное облако, до тех пор пока оно не будет развеяно воздушными потоками, существенно не отличается от облака взрыва в приземных слоях атмосферы как по своим размерам, так и по концентрации радиоактивных продуктов взрыва.

То обстоятельство, что высотный взрыв не сопровождается поднятием пыли с поверхности земли, а содержание водяных паров и пыли в воздухе на больших высотах незначительно, приводит к сильному уменьшению скорости оседания радиоактивных продуктов взрыва на поверхность земли. Вследствие этого сколько-нибудь существенного радиоактивного заражения местности при высотном взрыве не происходит.

Особенности подводного ядерного взрыва. При подводном ядерном взрыве в первые несколько миллионных долей секунды в некотором объеме вокруг центра взрыва образуется пузырь, состоящий из газов, образовавшихся в результате испарения вещества заряда, его оболочки, корпуса бомбы (торпеды) и ближайшего слоя воды. Практически вся освобождающаяся к этому времени энергия оказывается сосредоточенной в газовом пузыре, и только ничтожная доля ее в виде энергии светового излучения распространяется в воде

Таблица 13

Давление во фронте ударной волны в воде при подводном взрыве мощностью 20 тыс. *т* и во фронте ударной волны в воздухе при наземном взрыве такой же мощности (в *кг/см²*)

Расстояние от центра взрыва, *м*	Взрыв в воде		Взрыв в воздухе у поверхности земли
	на глубине 35 *м*	на большой глубине	
100	—	2000	120
200	—	700	25
300	—	400	8
400	250	300	4
500	170	250	2,2
600	125	200	1,6
800	80	140	0,9
1000	50	110	0,55
1500	28	70	0,28
2000	16	50	0,18
3000	8	33	0,10
4000	5	25	0,07
5000	3,5	20	0,05

При ядерном взрыве мощностью 20 тыс. *т* на глубине 35 *м* участок фронта волны, движущейся от газового пузыря вертикально вверх, достигает поверхности воды примерно через четыре тысячных доли секунды после взрыва. При переходе ударной волны из воды в воздух, т. е. в среду, имеющую гораздо меньшую плотность и гораздо большую сжимаемость, давление в слое воздуха над водой не может увеличиться до давления, существующего в воде, поэтому и в поверхностном слое воды, не испытывающем сверху большого давления со стороны воздуха, то очень высокое давление, которое было во фронте волны, сохраниться не может. По слою воды, сжатому ударной волной, начинает распространяться сверху вниз волна разрежения, не только снимающая избыточное давление, но и приводящая к появлению в воде растягивающих напряжений. А так как вода не выдерживает сколько-нибудь значительных растягивающих напряжений, то она «вскипает». В ней образуется масса пузырьков, заполненных парами воды; начинается «отрыв» сначала поверхностного, затем последующих слоев от основной массы воды. При этом начальная скорость подъема оторвавшегося слоя воды (около 750 *м/сек*) вдвое превосходит скорость движения воды во фронте ударной волны, подошедшей к поверхности воды. На поверхности воды над центром подводного взрыва начинает подниматься конический купол, который из-за наличия в нем большого количества пузырьков кажется белым (рис. 27).

С увеличением расстояния от эпицентра подводного взрыва давление и скорость движения воды во фронте ударной волны, подходящей к поверхности воды, уменьшаются. Начиная с некоторого расстояния от эпицентра вертикальная составляющая скорости дви-

Таблица 14

Радиоактивное заражение при подводном взрыве мощностью 20 тыс. т

Время после взрыва, *ч*	Площадь зараженного участка, *км²*	Средний диаметр зараженной зоны, *км*	Максимальный уровень радиации, *р/ч*
4	43	7,4	3,1
38	47,5	7,7	0,42
62	126	12,6	0,21
86	160	14,3	0,042
100	180	15,2	0,025
130	280	19	0,008
200	415	23	0,0004

соте над поверхностью воды или суши (в случае прибрежного взрыва). Вследствие этого все объекты, над которыми проходит облако или базисная волна, подвергаются не только заражению, но и сильному внешнему облучению.

На одном и том же расстоянии от эпицентра взрыва доза внешней гамма-радиации при подводном взрыве значительно больше, чем при воздушном взрыве, когда внешняя гамма-радиация наземных объектов довольно быстро прекращается из-за подъема на большую высоту радиоактивного облака взрыва.

Нейтронное излучение, так же как и световое излучение, при подводном взрыве самостоятельного значения не имеет. Практически все освобождающиеся при реакции нейтроны поглощаются окружающей водой, причем большая часть их захватывается ядрами атомов водорода, что приводит к образованию ядра стабильного (нерадиоактивного) изотопа водорода — дейтерия. Некоторая часть нейтронов захватывается ядрами атомов других элементов, содержащихся в воде в качестве примесей, и образует ядра радиоактивных изотопов.

При взрыве в морской воде наибольшее значение с точки зрения образования наведенной радиоактивности воды имеет захват нейтронов ядрами атомов натрия-23, вследствие чего образуется радиоактивный натрий-24. Несмотря на большое содержание натрия в морской воде, роль наведенной активности воды невелика по сравнению с активностью, обусловленной наличием в воде радиоактивных продуктов ядерной реакции.

Особенности подземного ядерного взрыва. Газообразные продукты, образующиеся при ядерном взрыве под землей, — пары активного вещества заряда, его оболочки и корпуса ядерного снаряда или бомбы — первоначально занимают очень небольшой объем. Температура их достигает примерно миллиона градусов. Испускаемое этими парами излучение столь интенсивно, что под его действием, а также под действием гамма-излучения и потока нейтронов испаряется и ионизируется значительная масса грунта и содержа-

Ориентировочные радиусы зон поражения незащищенных людей ударной волной в зависимости от вида и мощности ядерного взрыва (в *м*)

Мощность взрыва, тыс. *т*	Вид взрыва	Поражения			
		крайне тяжелые	тяжелые	средней тяжести	легкие
1	Наземный	250	300	400	700
	Воздушный	350	450	550	800
3	Наземный	350	450	550	900
	Воздушный	550	600	700	950
5	Наземный	400	500	650	1100
	Воздушный	650	750	850	1150
8	Наземный	450	550	700	1200
	Воздушный	750	850	950	1350
10	Наземный	500	600	750	1300
	Воздушный	800	950	1100	1500
15	Наземный	700	800	1000	1700
	Воздушный	1000	1250	1400	1850
20	Наземный	750	850	1100	1850
	Воздушный	1150	1350	1500	2000
30	Наземный	800	950	1300	2100
	Воздушный	1300	1550	1650	2300
40	Наземный	900	1050	1400	2300
	Воздушный	1400	1700	1800	2500
50	Наземный	1000	1150	1500	2500
	Воздушный	1500	1800	2000	2700
75	Наземный	1200	1300	1700	2900
	Воздушный	1700	2000	2300	3100
100	Наземный	1500	1600	2100	3500
	Воздушный	1950	2300	2600	4000
150	Наземный	1700	1850	2200	4000
	Воздушный	2200	2800	3000	4500
200	Наземный	1800	2100	2800	4500
	Воздушный	2500	3000	3300	5200
300	Наземный	2100	2300	3000	5000
	Воздушный	2850	3400	3800	5700

Воздействие волны на человека, находящегося внутри сооружения, имеет характер более или менее постепенно нарастающего всестороннего его обжатия. Такой характер воздействия давления человек переносит легче, чем мгновенно нарастающее давление. Можно полагать, что личный состав, находящийся в негерметизированных закрытых сооружениях, не получит сколько-нибудь

Вклейка № 7 к изд. № 6/8258

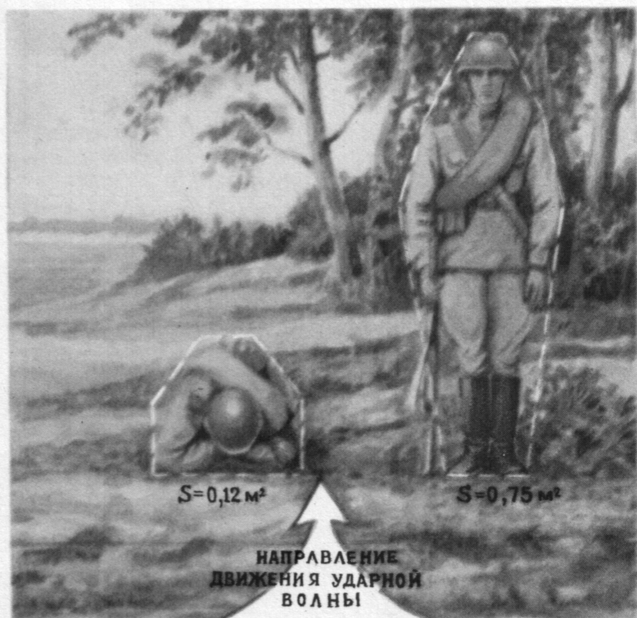


Рис. 86. Площадь поверхности тела человека, на которую воздействует скоростной напор, в положении лежа и стоя

Степень ожога определяется в основном величиной воздействующего на человека светового импульса. При световом импульсе примерно до 5 *кал/см²* наблюдаются ожоги первой степени, при импульсе до 10 *кал/см²* — ожоги второй, до 14 *кал/см²* — третьей и, наконец, при импульсе более 14 *кал/см²* — ожоги третьей и четвертой степеней. Указанные величины импульсов справедливы только для взрывов мощностью около 50 тыс. *т*. Величина светового импульса, вызывающая ту или иную степень ожога, для взрывов другой мощности может быть определена по формуле, приведенной на стр. 78.

Отметим, в частности, что при увеличении мощности взрыва с 50 тыс. *т* до 1 млн. *т* указанные величины светового импульса возрастают примерно в 1,5—2 раза.

Радиусы зон поражения световым излучением. Ориентировочные значения расстояний от центра (эпицентра) взрыва, на которых у людей, находящихся вне укрытий, могут наблюдаться ожоги различной степени от прямого воздействия светового излучения, приведены в табл. 16.

Таблица 16

Ориентировочные расстояния, на которых возможны ожоги тела различной степени в зависимости от мощности и вида ядерного взрыва (в *м*)

Мощность взрыва, тыс. *т*	Вид взрыва	Ожоги: четвертой и третьей степеней	Ожоги: второй степени	Ожоги: первой степени
1	Наземный	450	650	950
	Воздушный	600	750	1000
3	Наземный	650	900	1300
	Воздушный	850	1150	1500
5	Наземный	800	1050	1500
	Воздушный	1100	1400	1800
8	Наземный	950	1200	1750
	Воздушный	1300	1600	2100
10	Наземный	1000	1300	1900
	Воздушный	1400	1750	2300
15	Наземный	1150	1500	2100
	Воздушный	1600	2000	2600
20	Наземный	1250	1600	2300
	Воздушный	1700	2100	2800
30	Наземный	1450	1800	2500
	Воздушный	2000	2500	3300
40	Наземный	1550	1950	2800
	Воздушный	2300	2800	3700
50	Наземный	1700	2100	2900
	Воздушный	2500	3000	4000

Мощность взрыва, тыс. $т$	Вид взрыва	Ожоги четвертой и третьей степеней	второй степени	первой степени
75	Наземный	1900	2300	3200
	Воздушный	2800	3600	4600
100	Наземный	2000	2500	3400
	Воздушный	3100	3900	5200
150	Наземный	2200	2700	3800
	Воздушный	3700	4600	6000
200	Наземный	2400	2900	4000
	Воздушный	4100	5100	6500
300	Наземный	2600	3200	4600
	Воздушный	4700	5800	7500

Данные, приведенные в табл. 16, справедливы для такой прозрачности атмосферы, при которой коэффициент ослабления излучения $k = 0{,}1\ ^1/км$ (дальность видимости примерно 40 *км*). При этом на указанных расстояниях вероятность получения ожогов открытых участков тела близка к 100%. При плотном тумане, дожде, снегопаде, низкой облачности, а также при сильном задымлении местности в районе взрыва радиусы зон поражения световым излучением могут уменьшиться в несколько раз.

Изучение последствий атомной бомбардировки японских городов Хиросимы и Нагасаки показало, что под действием светового излучения ожоги возникали на тех незащищенных участках тела, которые были обращены в сторону взрыва. У людей, в момент взрыва находившихся в помещениях вдали от окон или защищенных от светового излучения каким-либо непрозрачным предметом (стена, штора, забор), ожогов не было.

Обследования пострадавших в Хиросиме и Нагасаки показали также, что на расстояниях, превышающих 1,5 *км*, хорошей защитой от светового излучения служила и одежда. Причем свободная одежда светлых тонов защищала лучше, чем плотно облегающая темная одежда. У некоторых пострадавших, находившихся от места взрыва менее чем в 1,5 *км*, ожоги тела под одеждой имели узорчатый вид в соответствии с узорами темных тонов на ткани.

Надежную защиту от поражения световым излучением обеспечивают различные оборонительные сооружения, особенно закрытого типа, а также танки и закрытые бронетранспортеры. Однако на близких расстояниях от места взрыва световое излучение и раскаленный воздух могут проникнуть в сооружения и танки через различные отверстия и вызвать ожоги открытых участков тела.

Кроме ожогов кожи, световое излучение ядерного взрыва может вызвать поражения глаз, проявляющиеся в ожогах кожи век, сет-

Радиусы зон поражения проникающей радиацией. В табл. 17 приведены ориентировочные расстояния от центра наземного взрыва, на которых возможно радиационное поражение неукрытых людей, приводящее к лучевой болезни той или иной степени.

Таблица 17

Ориентировочные радиусы зон поражения проникающей радиацией личного состава, находящегося вне укрытий, при наземном взрыве (в *м*)

Мощность взрыва, тыс. *т*	Лучевая болезнь		
	третьей степени	второй степени	первой степени
1	700	750	900
3	850	950	1050
5	950	1000	1200
8	1050	1100	1300
10	1100	1200	1350
15	1200	1300	1450
20	1300	1400	1550
30	1350	1450	1650
40	1400	1550	1700
50	1450	1600	1800
75	1600	1700	1900
100	1700	1800	2000
150	1850	1950	2100
200	1950	2050	2200
300	2000	2150	2300

Примечание. При воздушных взрывах радиусы зон поражения будут меньше примерно на 50—100 *м* в зависимости от высоты взрыва.

§ 16. Поражающее действие радиоактивных веществ

Радиоактивные вещества, образовавшиеся при ядерном взрыве и вызвавшие заражение местности, являются источником альфа-, бета- и гамма-излучений и сравнительно долго (дни и месяцы) могут причинять вред человеку. Тяжесть поражения зависит от того, какую дозу этих излучений и прежде всего какую дозу гамма-излучения получит человек, находясь на зараженной местности.

При внешнем облучении всего тела гамма-лучами в дозе свыше 100 *р* за время, исчисляемое несколькими часами, у человека раз-

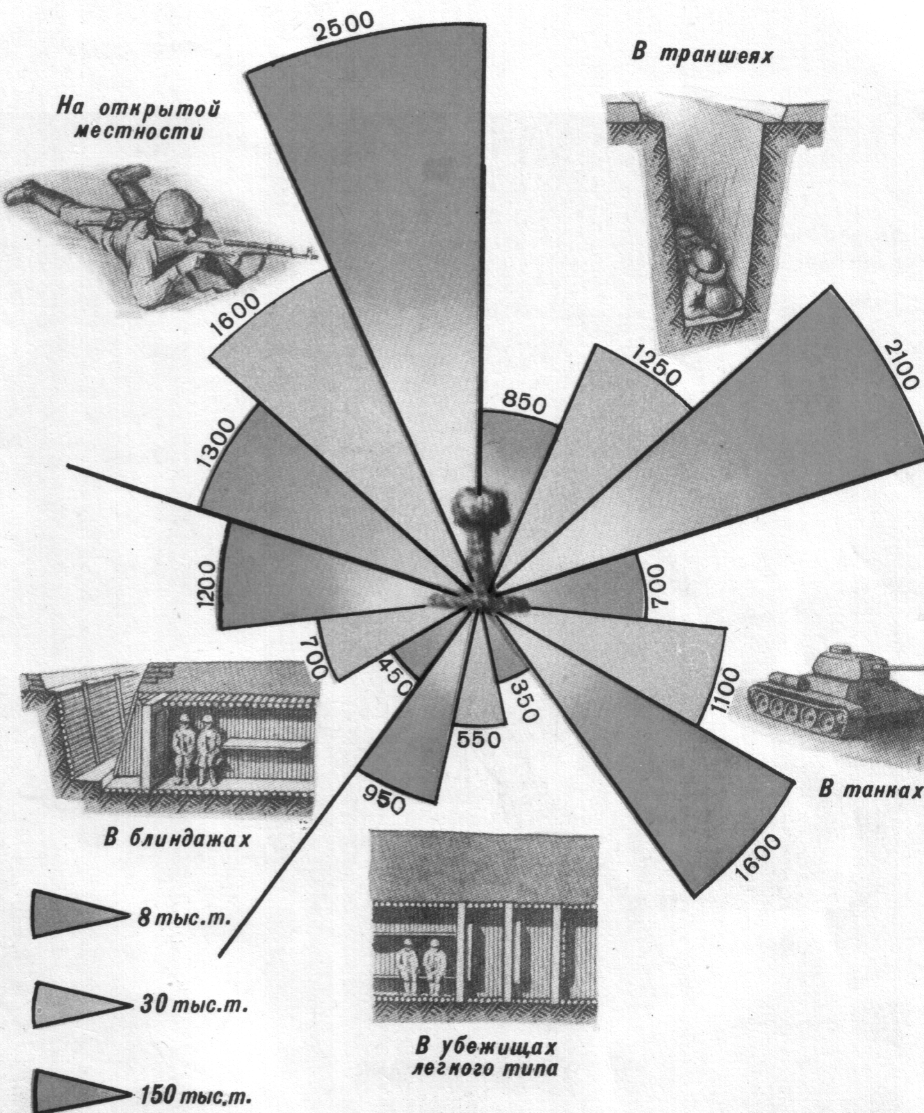


Рис. 87. Радиусы зон выхода из строя личного состава в результате комбинированных поражений при наземных ядерных взрывах различной мощности (в метрах)

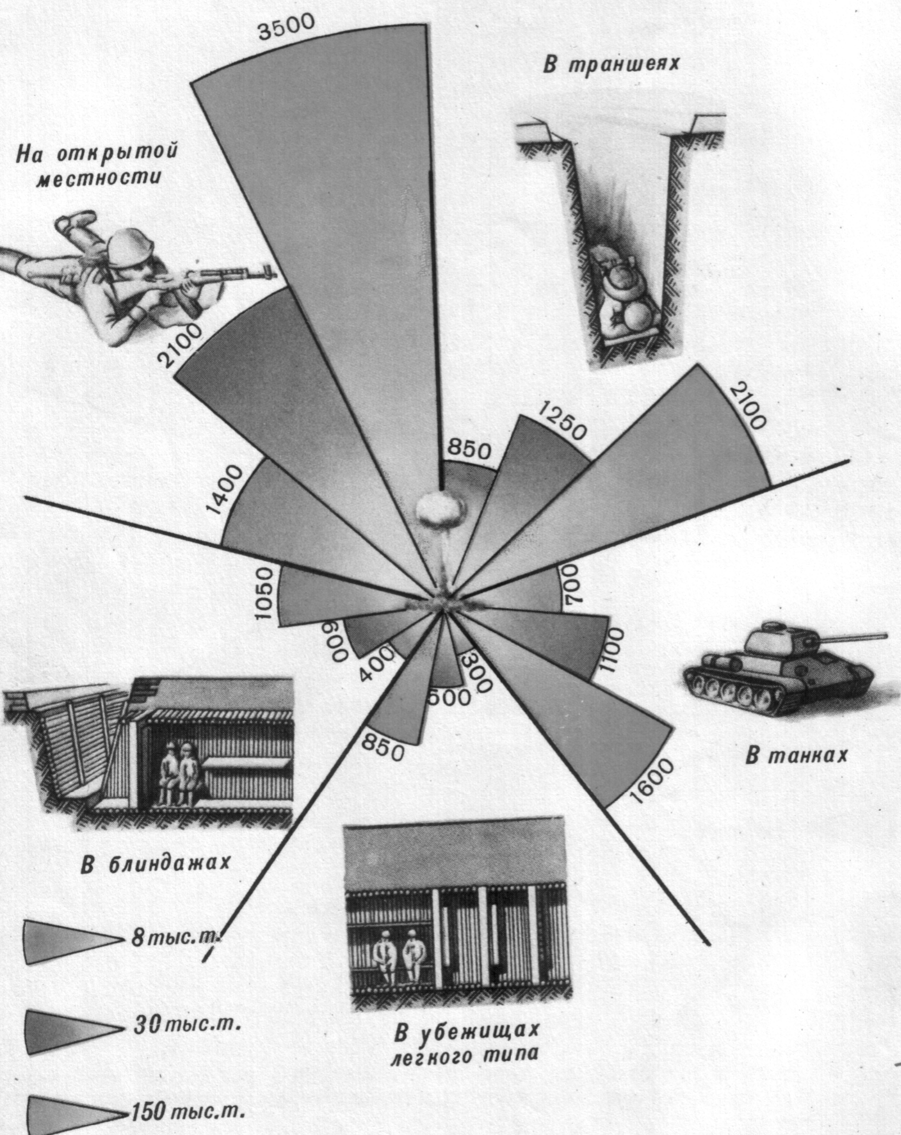


Рис. 88. Радиусы зон выхода из строя личного состава в результате комбинированных поражений при воздушных ядерных взрывах различной мощности (в метрах)

Таблица 18

Радиусы зон выхода из строя личного состава в результате комбинированных поражений при ядерных взрывах (в *м*)

Условия размещения личного состава	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*															
		1	2	3	5	8	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300
Открыто на местности	Наземный	850	950	1050	1150	1300	1350	1400	1450	1600	1700	1800	2000	2200	2500	2700	3100
	Воздушный	850	950	1050	1200	1400	1500	1700	1850	2100	2300	2500	2800	3100	3500	3800	4400
В траншеях	Наземный и воздушный	520	600	675	750	850	900	1000	1100	1250	1350	1500	1700	1800	2100	2300	2600
В танках	Наземный и воздушный	440	500	560	650	700	750	840	900	1100	1150	1200	1300	1450	1600	1750	2000
В блиндажах	Наземный	225	280	320	380	450	480	550	600	700	770	850	950	1050	1200	1300	1500
	Воздушный	200	250	290	350	400	430	500	550	600	650	750	850	950	1050	1150	1350
В убежищах легкого типа	Наземный	180	220	250	300	350	380	440	480	550	600	650	750	800	950	1050	1200
	Воздушный	160	200	230	280	300	350	400	440	500	550	600	700	750	850	950	1050

более слабой ударной волной, чем хорошо закрепленные. Расшатанная, с неплотно прикрывающимися дверцами кабина автомобиля будет повреждена ударной волной в большей степени, чем исправная и плотно закрытая. Самолеты и автомобили, стоящие боком к направлению движения ударной волны, опрокидываются при меньших избыточных давлениях ударной волны, чем стоящие носовой частью (радиатором), а при опрокидывании и ударе о землю автомобили и самолеты могут получить большие дополнительные повреждения.

Очень часто различные объекты могут получить большие повреждения вследствие местного усиления ударной волны, отраженной от скатов холмов или стен крупных зданий. В то же время предметы, находящиеся за холмами и экранированные от действия волны, получают значительно меньшие повреждения. Однако в отдельных случаях и в зонах экранирования возможно местное фокусирование ударной волны, т. е. увеличение ее избыточного давления, что может привести к усилению поражающего действия.

Учитывая перечисленные обстоятельства, зоной слабых, средних или сильных повреждений каких-либо объектов, например танков, считают такую зону, в пределах которой большинство объектов получают данное повреждение.

Рассмотрим, какие же конкретно повреждения наносятся боевой технике и вооружению в различных зонах.

Из всех видов боевой техники наименее устойчивы к воздействию ударной волны **самолеты и вертолеты.** Они получают повреждения на наибольших расстояниях от места взрыва. Даже сравнительно слабая ударная волна (с избыточным давлением около 0,07—0,08 *кг/см²*) может нанести многим типам самолетов слабые повреждения: местное обжатие обшивки крыльев и фюзеляжа, незначительное повреждение створок люков, повреждение обтекателей антенн (рис. 89).

Средние повреждения самолета будут носить такой же характер, но выражаются они значительно сильнее: обжатие обшивки не только охватывает большие площади, но и сопровождается повреждениями ее, створки люков заметно прогибаются и не обеспечивают плотного закрывания отверстий. Возможны повреждения отдельных силовых элементов конструкции крыльев, фюзеляжа и выход из строя некоторых приборов и агрегатов.

При сильных повреждениях у самолетов будут наблюдаться повреждения силовых элементов конструкции крыла и фюзеляжа, деформации элеронов и деталей хвостового оперения, местные срывы обшивки крыльев и фюзеляжа, значительные деформации створок люков, иногда поломки деталей шасси и элеронов (рис. 90 и 91).

Для полного разрушения, возникающего при опрокидывании и отбрасывании самолета, характерны переломы крыльев, фюзеляжа, срыв с креплений двигателей и т. п. (рис. 92).

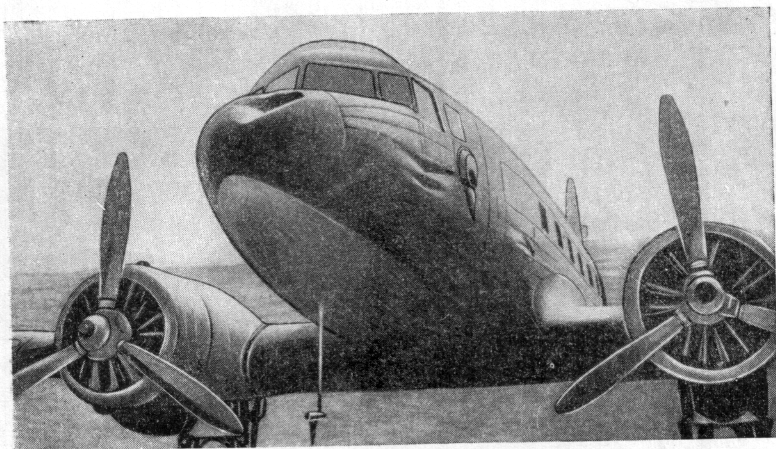


Рис. 89. Пассажирский самолет, получивший слабые повреждения (обжатие обшивки)

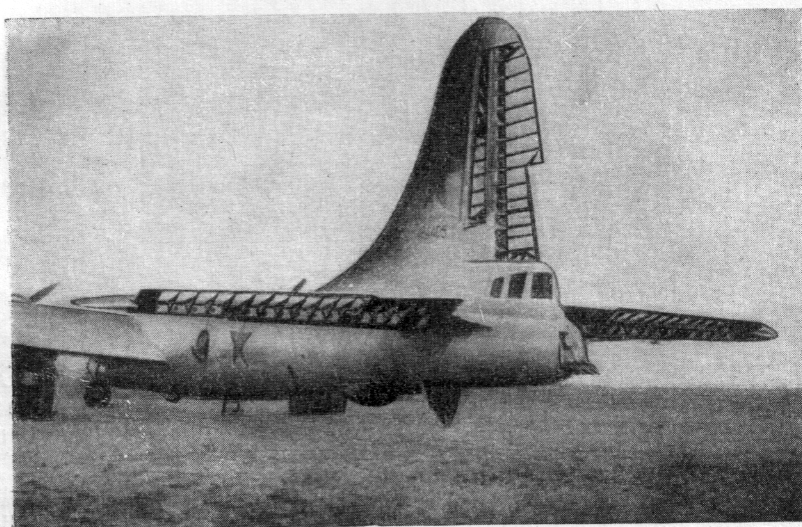


Рис. 90. Тяжелый бомбардировщик, получивший сильные повреждения



Рис. 91. Реактивный истребитель, получивший сильные повреждения

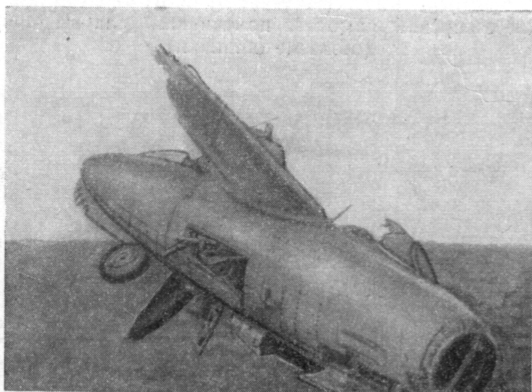


Рис. 92. Реактивный истребитель, разрушенный действием ударной волны

Танки являются наиболее прочным видом боевой техники. Они не только хорошо сами противостоят поражающему действию взрыва, но и защищают экипаж, уменьшая радиусы зоны его поражения.

Танки получают слабые повреждения при избыточном давлении ударной волны около 0,5 *кг/см*², средние — при давлении 1,5—2 *кг/см*², а сильные — при давлении 4—5 *кг/см*².

При слабом повреждении для танков и самоходно-артиллерийских установок характерны деформации и срывы наружного оборудования: крыльев, баков, ящиков, выдавливание стекол фар, деформация антенны, иногда повреждение зенитного пулемета.

При среднем повреждении выходят из строя смотровые и прицельные приспособления, происходит заклинивание люков, повреждение жалюзи радиаторов, иногда заклинивание гусениц.

При сильном повреждении наблюдаются заклинивание, а иногда и срыв башни и маски пушки, срыв гусениц, поломки других деталей ходовой части, деформация люков, срыв прицельных приспособлений.

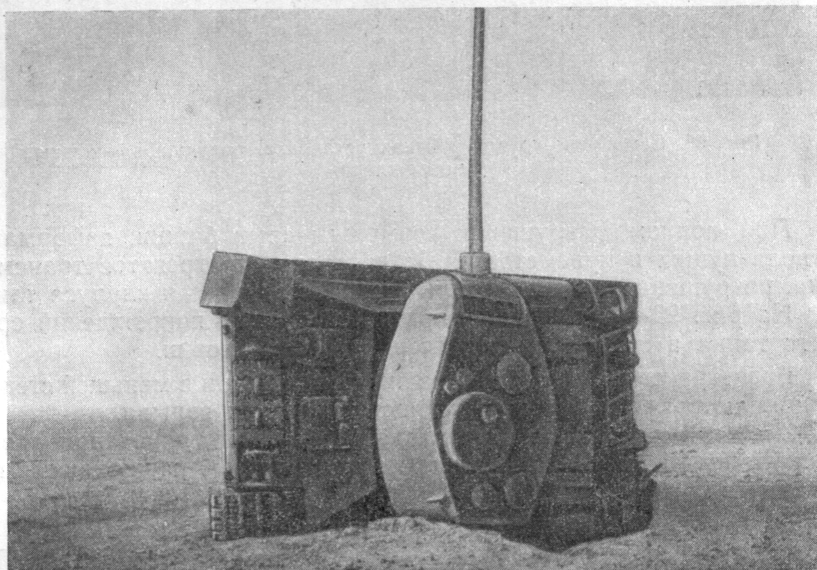


Рис. 93. Средний танк, получивший сильные повреждения

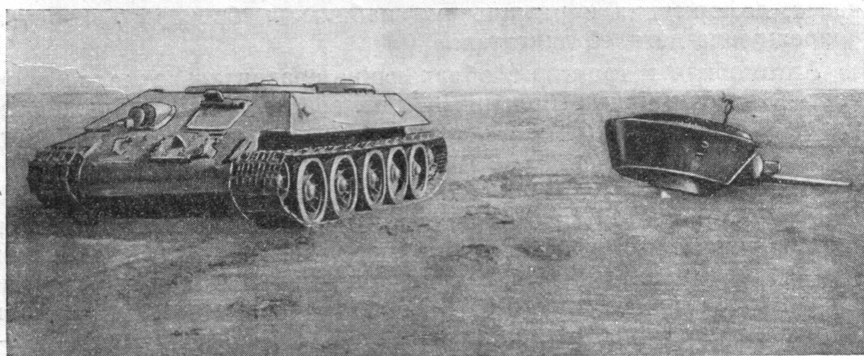


Рис. 94. Средний танк, получивший сильные повреждения. Башня танка сорвана

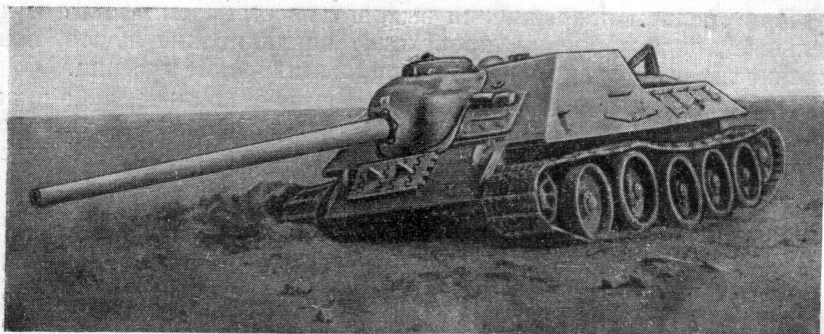


Рис. 95. Самоходно-артиллерийская установка, получившая сильные повреждения

При полном разрушении возможны срыв башни, деформация ствола пушки и пулеметов, срыв двигателя и агрегатов трансмиссии, разрушение ходовой части, а в ряде случаев и корпуса танка.

На рис. 93—95 показаны примеры сильных повреждений среднего танка и самоходно-артиллерийской установки.

Бронетранспортеры менее прочны, чем танки, и в меньшей степени защищают экипаж от поражающего действия взрыва.

Слабые повреждения бронетранспортеры получают при давлении ударной волны 0,35—0,40 *кг/см²* и полностью разрушаются при давлении 2—2,5 *кг/см²*.

Для слабого повреждения бронетранспортеров характерны деформация и срыв крыльев, разрушение стекол кабины и фар. При среднем повреждении возможны повреждения радиатора, вентилятора, деформация дверей кабины, бензобаков, срыв фар, повреждение крепления пулеметов. При сильном повреждении и полном разрушении — срыв с крепления двигателя, агрегатов трансмиссии, колес, деформация и разрушение кабины и броневого корпуса, повреждение деталей двигателя.

Автомобили и тракторы, обладающие сравнительно малой прочностью в сочетании с большими размерами, легко поражаются ударной волной на относительно больших расстояниях от места взрыва.

При избыточном давлении 0,2—0,3 *кг/см²* автомобили и тракторы могут получить слабые повреждения; стекла кабин автомобилей разрушаются при давлении примерно 0,1 *кг/см²*. При давлении 0,3—0,4 *кг/см²* автомобили и тракторы могут получить средние повреждения, при давлении 0,5—0,6 *кг/см²* — сильные. Автомобили полностью разрушаются при давлении около 1 *кг/см²*, а тракторы — при давлении около 1,2 *кг/см²*.

Для слабых повреждений автомобилей и тракторов характерны, кроме разрушения стекол, деформация и срыв капота, крыльев,

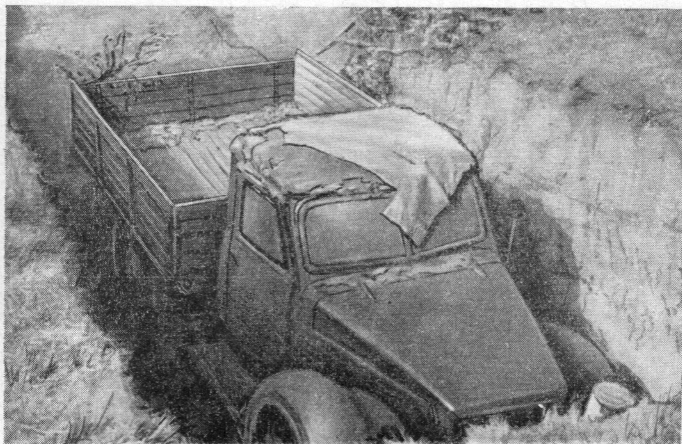


Рис. 96. Грузовой автомобиль, получивший слабые повреждения

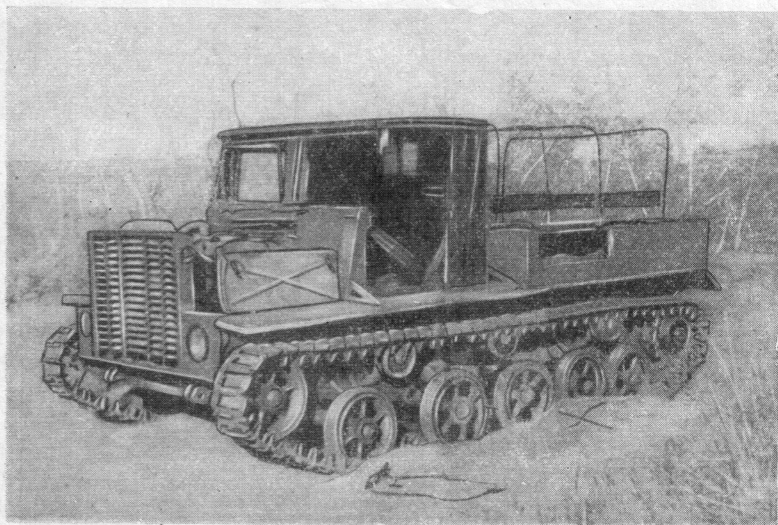


Рис. 97. Трактор, получивший слабые повреждения

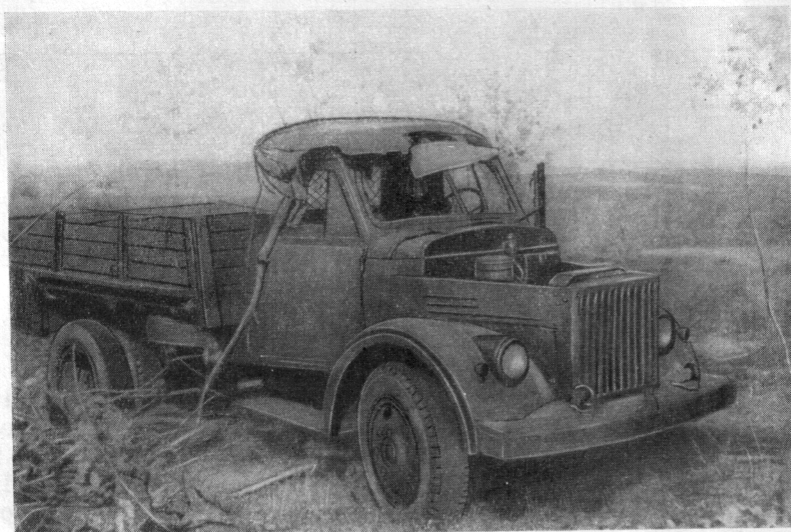


Рис. 98. Грузовой автомобиль, получивший средние повреждения



Рис. 99. Полностью разрушенный грузовой автомобиль

фар, деформация кабины, бензобаков, поломка отдельных досок кузова (рис. 96 и 97).

При среднем повреждении может наблюдаться срыв капота двигателя, повреждение радиатора и вентилятора, разрушение дверей кабины, срыв бензобаков, разрушение деревянных бортов кузова (рис. 98).

При сильном повреждении и полном разрушении характерными являются срыв двигателя, агрегатов трансмиссии и ходовой части, разрушение кабины и кузова, повреждение внутренних деталей двигателя (рис. 99).

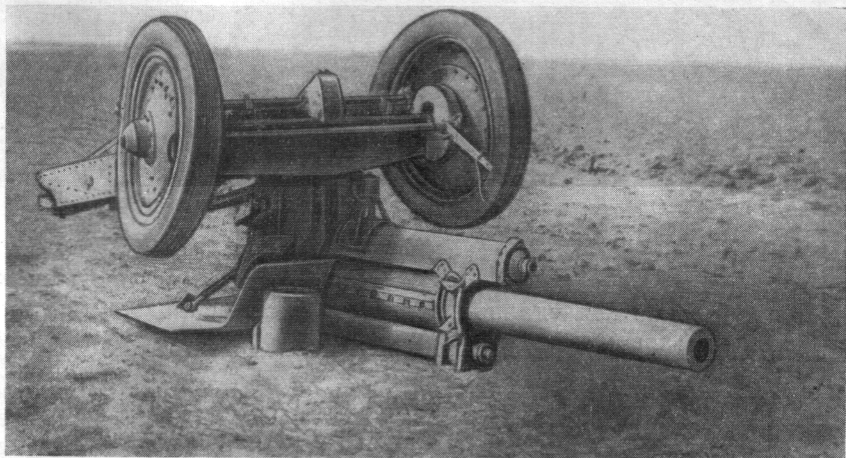


Рис. 100. Опрокинутая и сильно поврежденная гаубица

Артиллерийские орудия и минометы, обладая высокой прочностью и относительно малыми размерами, выдерживают сравнительно большое давление. Только при давлении свыше 0,5—0,6 *кг/см*^{2} у них возможны слабые повреждения: погнутость щитов и правил, повреждения прицельных приспособлений, механизмов наведения и электропроводки.

При среднем повреждении возможны незначительные деформации станины, повреждения станка, заклинивание механизмов наведения, выход из строя прицельных приспособлений; при сильном повреждении и полном разрушении — срыв и деформация ствола и щитов, разрушение механизмов наведения, деформации станины, поломка и срыв колес (рис. 100 и 101).

Средства связи и радиолокационные установки выходят из строя прежде всего из-за повреждения и разрушения антенно-фидерных систем и аппаратных кабин. Легко поддаются разрушению воздушные проводные линии связи из-за обрыва проводов и поломки опор.

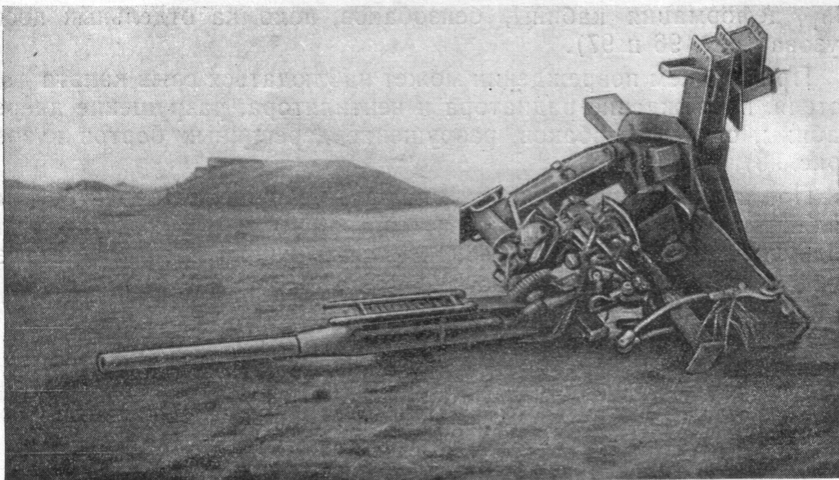


Рис. 101. Опрокинутая и сильно поврежденная зенитная пушка

Боеприпасы, хранящиеся штабелями на открытых площадках, могут разбрасываться ударной волной и стать непригодными для боевого использования из-за механических повреждений и выхода из строя взрывателей.

Как уже отмечалось, степень повреждения разных по прочности объектов, оказавшихся в районе ядерного взрыва, в сильной степени зависит от условий размещения объекта на местности, расстояния до центра (эпицентра) взрыва, а также от мощности и высоты взрыва и метеорологических условий в момент взрыва. Поэтому определить заранее, как будет поврежден тот или другой конкретный объект — танк, самолет, автомобиль и т. п., не представляется возможным. Данные испытаний ядерного оружия позволяют примерно установить радиусы зон повреждения наиболее типичных объектов для каких-то средних условий при определенной мощности взрыва.

Возможные радиусы зон повреждения некоторых образцов вооружения и боевой техники, расположенных открыто, при ядерных взрывах различной мощности приведены на рис. 102 и 103 и в табл. 19.

Следует иметь в виду, что автомобили и самолеты, находящиеся в зоне слабых повреждений, могут загореться в результате воздействия светового излучения. Если своевременно не ликвидировать возникшие очаги пожаров, эти автомобили и самолеты могут оказаться полностью уничтоженными.

Радиус зоны выхода из строя вооружения и техники, находящихся в открытых сооружениях, примерно в 1,5 раза меньше по сравнению с открытым расположением.

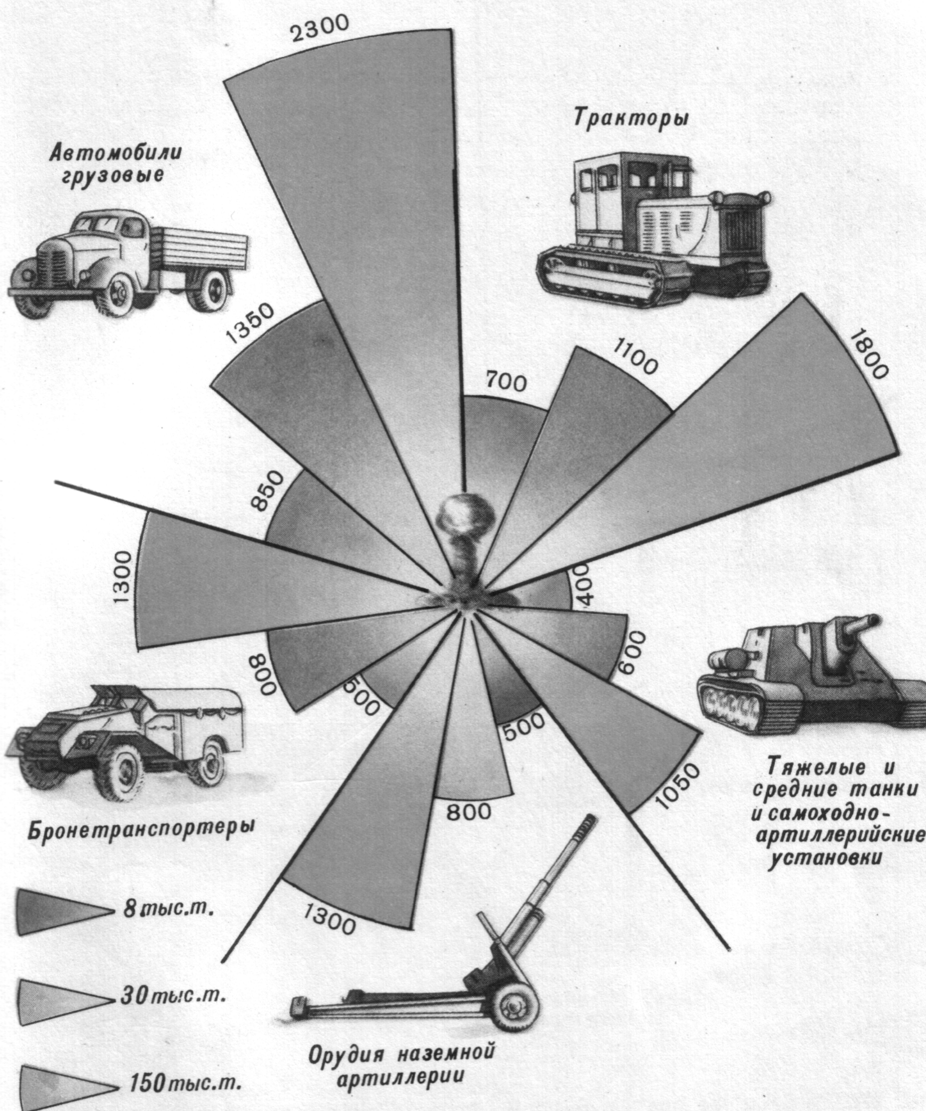


Рис. 102. Радиусы зон выхода из строя некоторых видов техники (в метрах) при наземных ядерных взрывах различной мощности

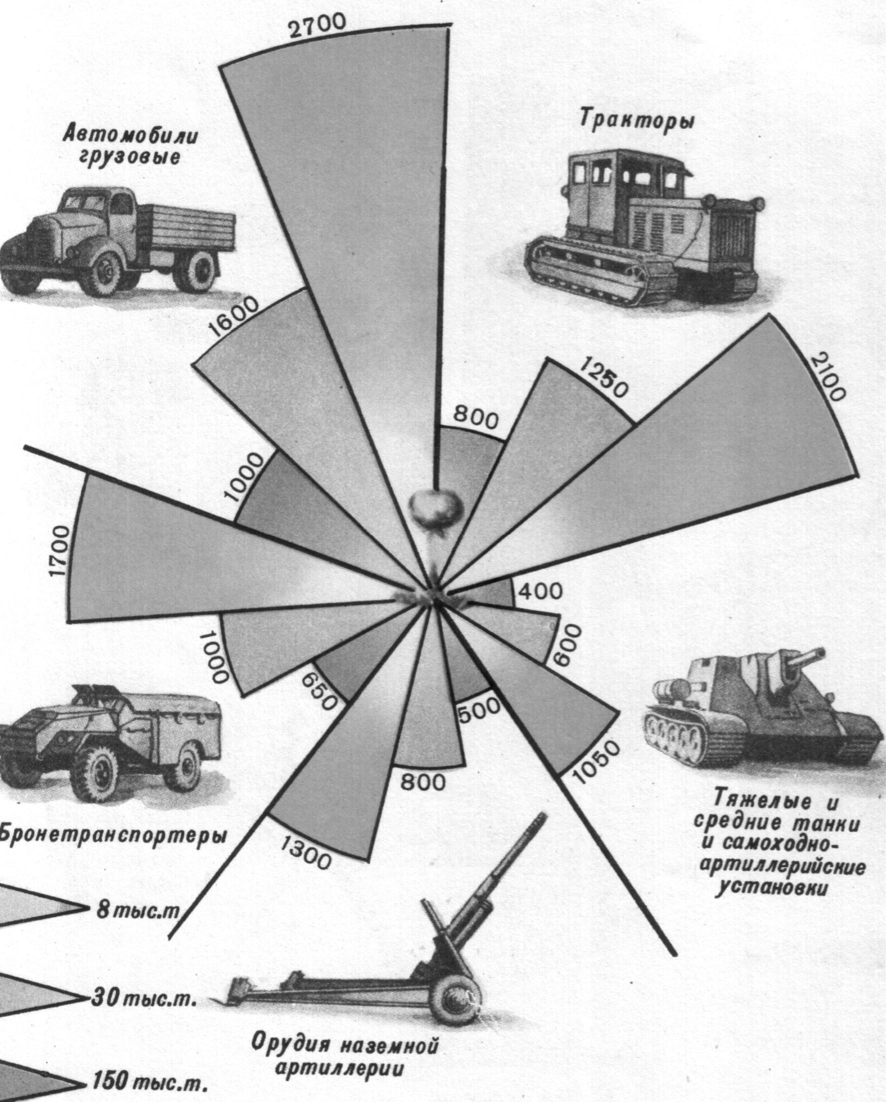
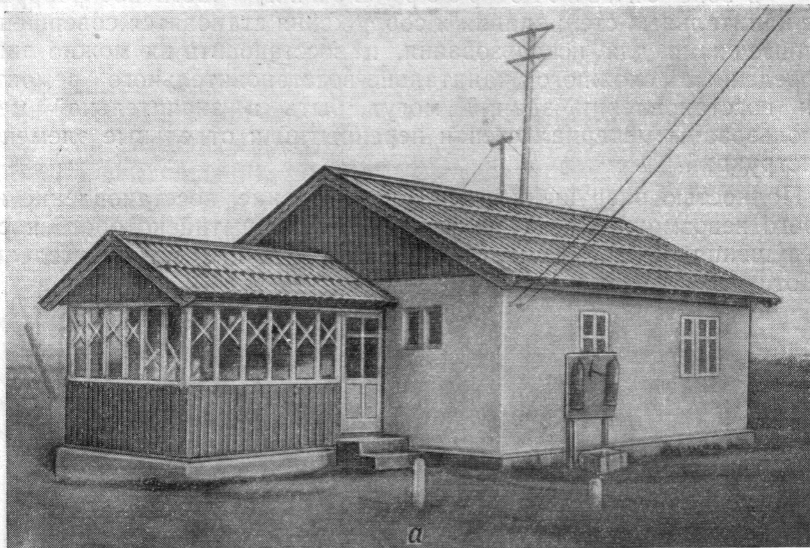


Рис. 103. Радиусы зон выхода из строя некоторых видов техники (в метрах) при воздушных ядерных взрывах различной мощности

Таблица 19

Радиусы зон выхода из строя вооружения и техники, расположенных вне укрытий при ядерных взрывах (в *м*)

Вид вооружения и техники	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*														
		1	3	5	8	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300
Тяжелые и средние танки и самоходно-артиллерийские установки	Наземный и воздушный	200	290	350	400	430	500	550	600	650	750	850	950	1050	1150	1350
Легкие танки и самоходно-артиллерийские установки	Наземный и воздушный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
Орудия наземной артиллерии	Наземный и воздушный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
Орудия зенитной артиллерии	Наземный	300	425	500	600	650	750	800	900	1050	1150	1300	1400	1600	1750	2000
	Воздушный	350	500	600	700	750	850	950	1100	1200	1300	1500	1650	1850	2000	2350
Автомобили грузовые	Наземный	425	600	750	850	900	1050	1150	1350	1450	1550	1800	2000	2300	2500	2800
	Воздушный	525	750	850	1000	1100	1250	1400	1600	1750	1900	2100	2400	2700	3000	3400
Тракторы	Наземный	340	500	600	700	750	850	950	1100	1200	1300	1500	1600	1800	2000	2400
	Воздушный	380	550	650	800	850	950	1000	1250	1300	1400	1600	1750	2100	2200	2500
Бронетранспортеры	Наземный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
	Воздушный	320	450	550	650	700	800	850	1000	1100	1200	1350	1500	1700	1900	2200
Реактивные истребители	Наземный	500	725	850	1000	1100	1250	1400	1600	1750	1900	2200	2400	2600	3000	3400
	Воздушный	600	850	1050	1200	1300	1500	1600	1850	2000	2200	2500	2800	3150	3450	4000
Реактивные бомбардировщики	Наземный	900	1300	1550	1800	1950	2300	2500	2800	3100	3300	3800	4200	4800	5300	6000
	Воздушный	1000	1500	1750	2000	2200	2500	2800	3100	3400	3700	4250	4750	5200	6000	6800
Поршневые самолеты	Наземный	1400	2000	2400	2750	3000	3400	3800	4300	4700	5100	5800	6400	7800	8000	9200
	Воздушный	1550	2200	2600	3000	3300	3800	4100	4700	5300	5500	6500	7000	8300	9000	10200



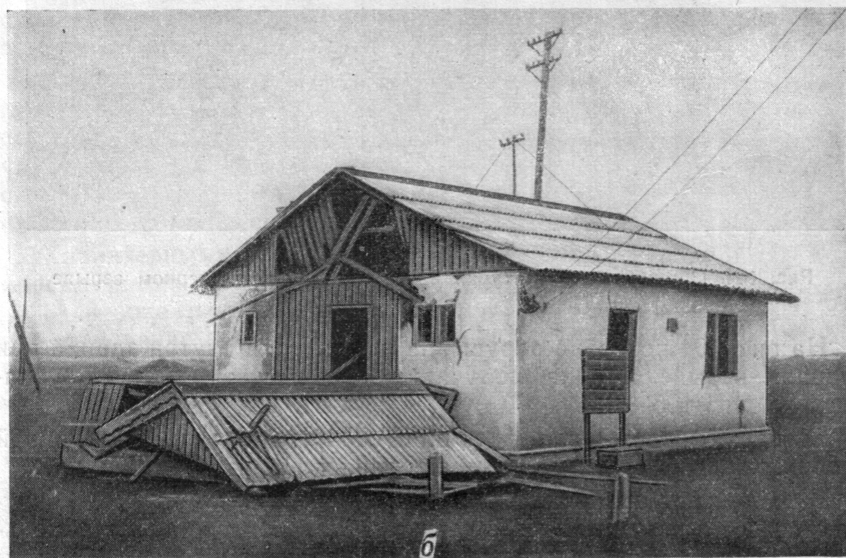


Рис. 105. Сборный деревянный дом, находившийся в зоне слабых разрушений:
а — до взрыва; *б* — после взрыва

Промышленные здания различного назначения, обычно имеющие прочный каркас, как правило, оказываются более стойкими к воздействию ударной волны, чем здания, предназначенные для жилья. Исключением являются промышленные здания с легким металлическим каркасом и большой площадью фонарей и окон.

Пример полного разрушения промышленного здания показан на рис. 108.

В условиях городской застройки одни здания могут экранироваться другими, т. е. здания, стоящие ближе к центру взрыва, воспринимая на себя нагрузку от ударной волны, могут снижать ее действие на здания, находящиеся позади. Однако эффект экранирования оказывается заметным только при достаточно плотной застройке. Так, при плотности застройки * около 50% максимальное давление ударной волны на стены зданий, обращенные к месту взрыва, может быть на 20—40% меньше, чем на стены зданий, стоящих на открытой местности на таком же расстоянии от центра взрыва. При плотности застройки менее 30% экранирующее действие зданий практически не сказывается.

Следует, конечно, иметь в виду, что при плотной застройке, несмотря на экранирование одних зданий другими, количество разрушенных при ядерном взрыве зданий может быть значительно больше, чем при невысокой плотности застройки, когда экранирующее действие зданий не имеет практического значения.

Городские кирпичные здания получают слабые повреждения при избыточном давлении ударной волны около 0,2 *кг/см²* и сильные — при давлении 0,35—0,45 *кг/см²*. Железобетонные сооружения такие же повреждения могут получить соответственно при давлении 0,5 и 1,7 *кг/см²*, а деревянные строения — при давлении 0,1 и 0,5 *кг/см²*.

Подземные сети коммунального хозяйства достаточно устойчивы к воздействию ядерного взрыва. Полное разрушение их возможно лишь там, где избыточное давление ударной волны на поверхности земли превышает 10—15 *кг/см²*. Значительной устойчивостью обладают и городские мосты, особенно железобетонные.

При оценке разрушений зданий и сооружений необходимо считаться и с действием светового излучения на деревянные конструкции, приводящим к возникновению многочисленных пожаров. Распространяясь среди развалин зданий, эти пожары могут охватить и уцелевшие здания и значительно увеличить объем разрушений, особенно в населенных пунктах.

Радиусы зон выхода из строя зданий и сооружений при ядерных взрывах различной мощности приведены в табл. 20.

---

* Плотностью застройки называется выраженное в процентах отношение площади, занятой зданиями и строениями, к общей площади данного участка.

Таблица 20

Радиусы зон выхода из строя жилых зданий, подвальных убежищ и мостов при ядерных взрывах (в *м*)

Вид сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*														
		1	3	5	8	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300
Кирпичные жилые малоэтажные здания	Наземный	700	1000	1150	1350	1500	1700	1850	2100	2400	2500	2900	3200	3700	4000	4700
	Воздушный	750	1100	1300	1500	1600	1850	2050	2350	2600	2800	3100	3500	4000	4400	5000
Деревянные дома	Наземный	1100	1600	1900	2200	2400	2750	3000	3400	3800	4150	4750	5250	5900	6600	7500
	Воздушный	1400	2000	2400	2800	3000	3400	3700	4300	4700	5000	5700	6400	7300	8000	9200
Подвальные убежища III класса	Наземный	170	240	280	330	350	400	450	500	560	600	700	750	870	950	1100
	Воздушный	120	180	210	250	260	300	330	380	420	450	520	570	650	700	800
Деревянные низководные мосты	Наземный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
	Воздушный	320	450	550	650	700	800	850	1000	1100	1200	1350	1500	1700	1900	2200
Наплавные мосты и паромы	Наземный	280	400	480	550	600	700	770	900	980	1050	1200	1300	1500	1650	1900
	Воздушный	450	650	780	900	980	1100	1200	1400	1550	1650	1900	2100	2400	2600	3000

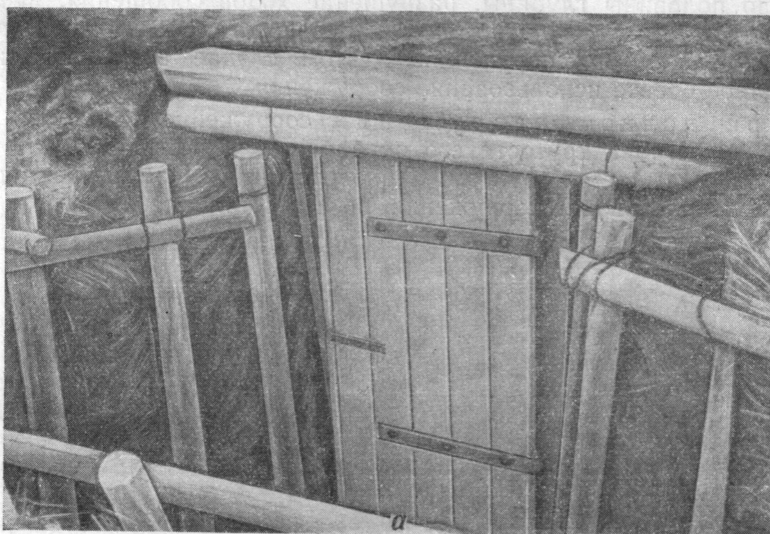




Рис. 111. Вход в укрытие, находившееся в зоне слабых разрушений:
а — до взрыва; *б* — после взрыва

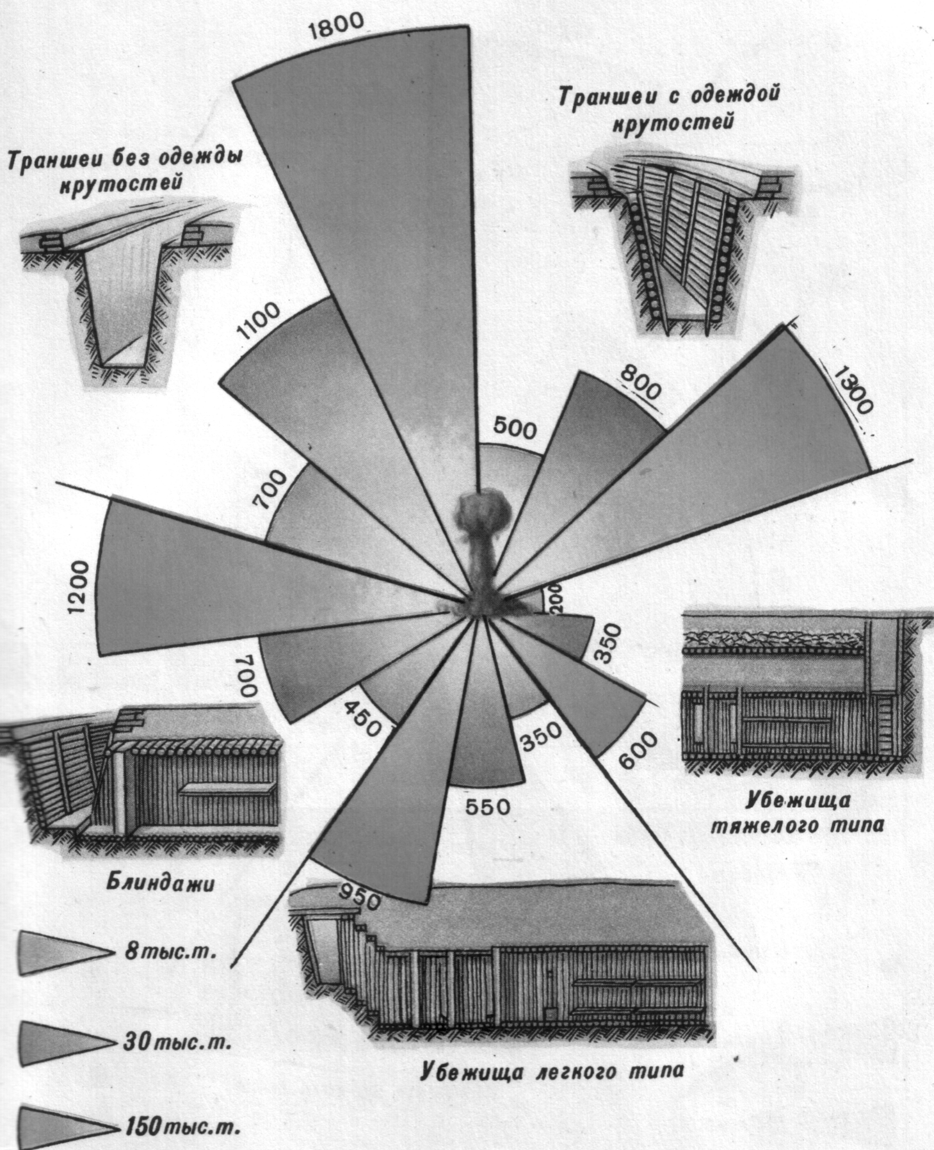


Рис. 113. Зоны выхода из строя оборонительных сооружений (в метрах) при наземных ядерных взрывах различной мощности

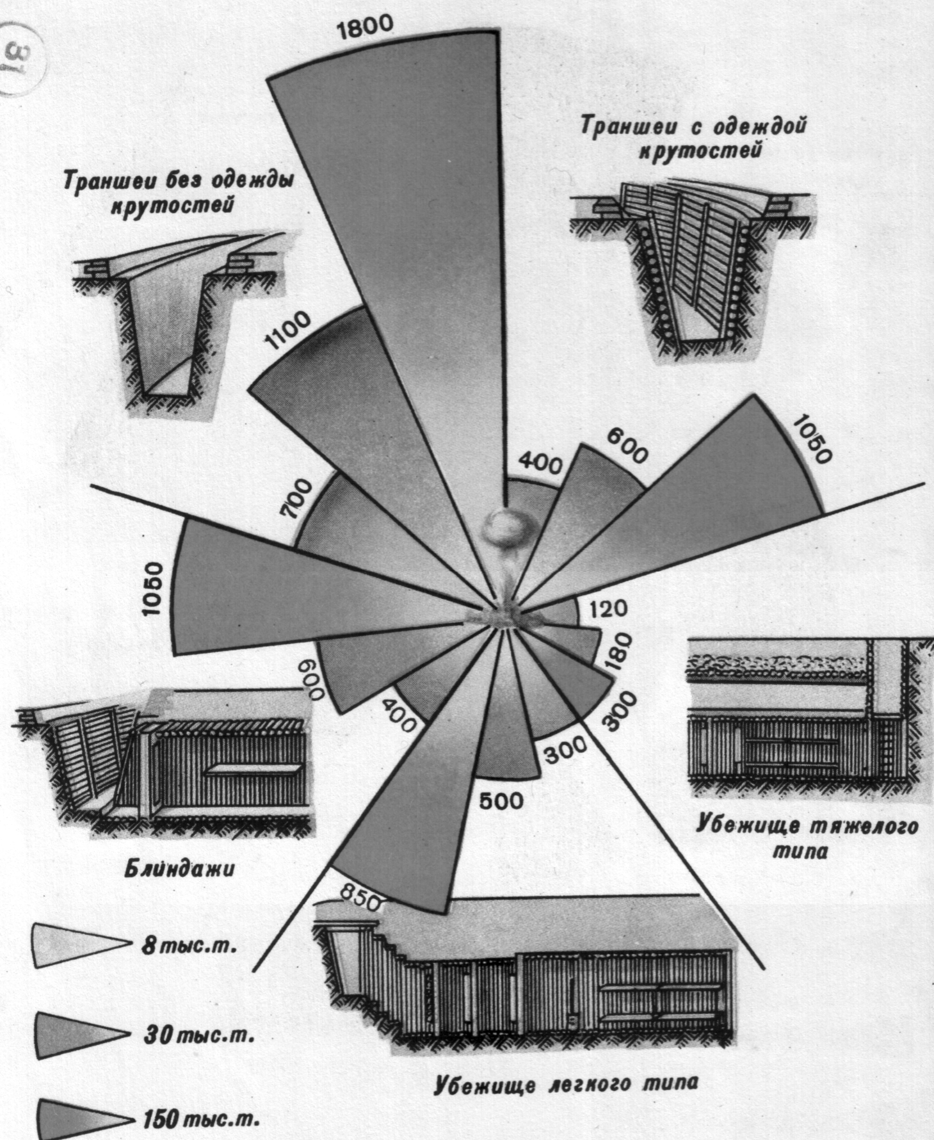


Рис. 114. Зона выхода из строя оборонительных сооружений (в метрах) при воздушных ядерных взрывах различной мощности

Таблица 21

Радиусы зон выхода из строя оборонительных сооружений при ядерных взрывах (в *м*)

Вид сооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*														
		1	3	5	8	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300
Траншеи без одежды крутостей	Наземный и воздушный	350	500	600	700	750	850	950	1100	1200	1300	1500	1600	1800	2000	2350
Траншеи с одеждой крутостей	Наземный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
	Воздушный	200	290	350	400	430	500	550	600	650	750	850	950	1050	1150	1350
Блиндажи	Наземный	225	320	380	450	480	550	600	700	770	850	950	1050	1200	1300	1500
	Воздушный	200	290	350	400	430	500	550	600	650	750	850	950	1050	1150	1350
Убежища легкого типа	Наземный	180	250	300	350	380	440	480	550	600	650	750	800	950	1050	1200
	Воздушный	160	230	280	300	350	400	440	500	550	600	700	750	850	950	1050
Убежища тяжелого типа	Наземный	115	160	190	200	250	280	300	350	390	420	475	525	600	650	750
	Воздушный	55	80	100	120	130	140	150	180	200	210	240	260	300	330	380

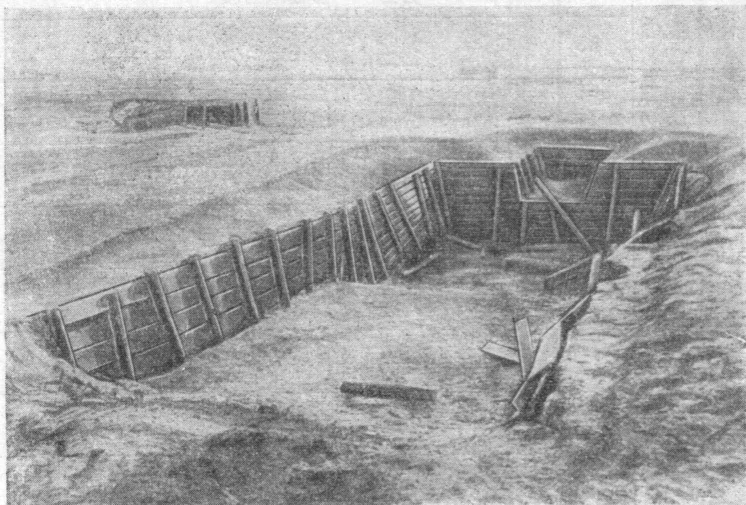


Рис. 112. Танковый окоп, находившийся в зоне слабых разрушений



Рис. 115. Автомобиль в укрытии, засыпанный обвалившимся при взрыве грунтом

Грунтовая обсыпка

Одежда крутости траншеи

Защитная дверь

Опорные рамы

Щит

Рис. 126. Блиндаж щитовой конструкции

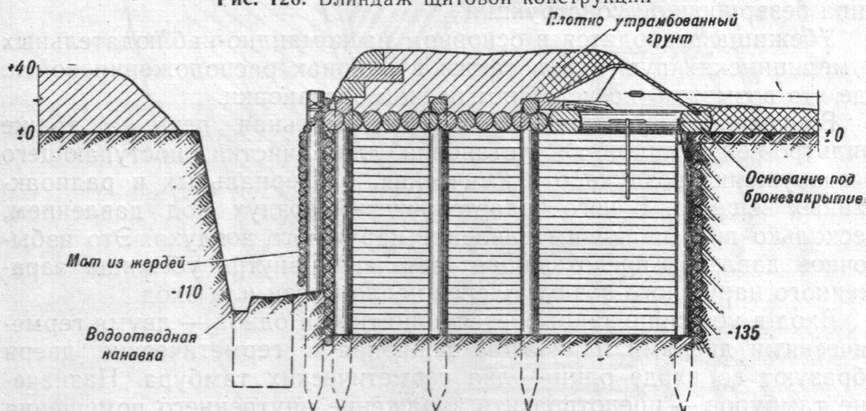


Рис. 127. Закрытое сооружение для наблюдения с траншейным броневым закрытием

амбразуры, смотровые щели и входы. Если оголовок недостаточно прочно скреплен с основанием, он может быть сорван и отброшен. В дерево-земляных сооружениях в этом случае происходит сдвиг венцов сруба или бревен покрытия; в сооружениях с железобетон-

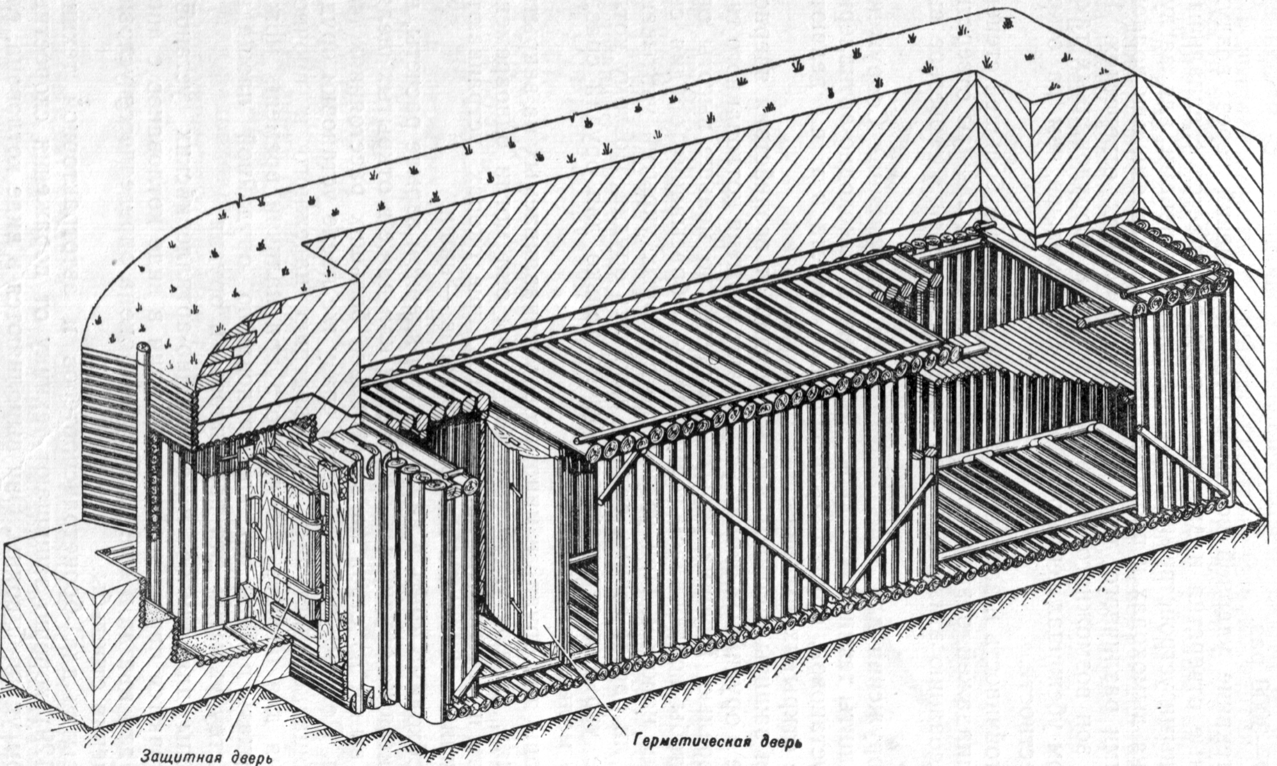


Рис. 128. Убежище легкого типа безврубочной конструкции

Очень часто при отрывке котлованов крутости оставляют вертикальными. Это, конечно, уменьшает объем работы и, казалось бы, повышает защитные свойства укрытия. Однако вертикальные крутости укрытий, сделанных в средних и особенно в слабых грунтах, могут обрушиться от воздействия ударной волны на таких расстояниях, на которых техника, находящаяся в укрытиях, не будет даже повреждена. В результате этого неповрежденная техника будет завалена в котлованах и потребуется затратить много сил и времени для ее отрывки.

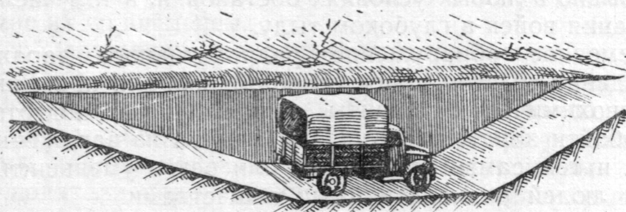


Рис. 129. Укрытие для автомобиля

Заложение крутостей, а следовательно, и ширину котлована по верху необходимо делать такими, чтобы ходовая часть машин при частичном обрушении крутостей не оказалась заваленной грунтом. Такие укрытия весьма трудоемки, поэтому устраиваются они, как правило, при наличии соответствующих землеройных машин. При укрытиях оборудуют щели или блиндажи для экипажей (водителей).

Автомобили с радиостанциями, телефонно-телеграфной аппаратурой обычно также размещают в укрытиях котлованного типа. Если эти средства связи можно снять с автомобиля, то их укрывают в закрытых сооружениях.

Переносные средства связи (телефонные аппараты, радиостанции) укрывают обычно в блиндажах, убежищах, щелях или нишах.

Кабельные линии связи прокладывают по дну траншей и ходов сообщения в ровиках глубиной 5—10 *см*. Для прокладки кабельных линий связи на открытой местности отрывают специальным плугом ровики глубиной 20—25 *см*.

Для радиолокационной и зенитной-прожекторной техники отрывают укрытия котлованного типа.

§ 28. Радиационная разведка и дозиметрическая аппаратура

Задачи и организация разведки. Как указывалось ранее, пребывание на местности, зараженной радиоактивными веществами, без принятия необходимых мер защиты может привести к тяжелым радиационным поражениям. Опасность поражения радиоактивны-

В табл. 24 приведены средние значения коэффициента ослабления дозы радиации для некоторых типов инженерных сооружений, боевых и транспортных машин.

Таблица 24

Средние значения коэффициентов ослабления дозы радиации

Наименование	Во сколько раз ослабляется доза
Открытая недезактивированная траншея (щель)	3
Открытая траншея (щель), дезактивированная или отрытая на зараженной местности . . .	20
Перекрытый участок траншеи	40
Блиндаж или убежище	Защищает полностью
Дом деревянный	3
Дом каменный	10
Автомобиль	2
Бронетранспортер	4
Танк	10

Допустимая зараженность поверхностей объектов, продовольствия и воды. Выше отмечалось, что мероприятия по защите личного состава от радиационных поражений должны предусматривать также защиту людей от попадания радиоактивных веществ внутрь организма и на кожные покровы в количестве, превышающем допустимое. Теоретически возможно, используя различные средства защиты, полностью исключить попадание продуктов ядерного взрыва не только внутрь организма, но и на кожные покровы. Однако на практике это привело бы к неоправданному сковыванию действий войск, снижению их подвижности, а в целом значительно усложнило бы ведение войсками боевых действий. Известно, что применение индивидуальных и коллективных средств противохимической защиты — противогазов, накидок, костюмов, сооружений, оборудованных в противохимическом отношении, — в значительной степени осложняет ведение боя. Вместе с тем далеко не всегда, исходя из условий радиационной обстановки, необходимо использовать такие средства защиты.

Установлено, что если зараженность кожных покровов людей, обмундирования, поверхностей сооружений, оружия, к которым приходится постоянно прикасаться, не превышает определенного предела, то нет никакой опасности поражения личного состава радиоактивными веществами. Значения допустимой зараженности кожных покровов людей и поверхностей различных объектов приведены в табл. 25.

Таблица 25

Допустимая зараженность кожных покровов людей и поверхностей различных объектов

Наименование объекта	Число бета-распадов в тыс. на 1 *см*² в *мин*
Поверхность тела человека	50
Кисти рук	100
Обмундирование, снаряжение, обувь и средства противохимической защиты	200
Нательное белье	50
Лицевая часть противогаза	50
Вооружение, техника и техническое имущество	500
Внутренние поверхности сооружений	100
Поверхность тары с продовольствием	10
Кухонное оборудование, инвентарь и посуда; оборудование хлебопекарен	5

Допустимой зараженностью руководствуются при решении вопроса о необходимости проведения дезактивации и санитарной обработки или принятия других мер защиты от поражения радиоактивными веществами.

При решении вопроса о допустимости употребления продовольствия и воды, зараженных радиоактивными продуктами взрыва, пользуются нормами, приведенными в табл. 26.

Таблица 26

Предельная допустимая зараженность радиоактивными веществами суточного рациона

Время после взрыва	Зараженность в микрокюри на рацион
До одних суток	6
До одного месяца	3
От одного месяца до одного года	0,5
Свыше одного года	0,1

Примечание. Суточный рацион включает продукты питания и воду.

Таблица 27

Краткая характеристика обмывочной техники

Наименование техники	Количество душевых сеток	Расход дров, $м^3/ч$	Расход воды, л/ч	Пропускная способность, чел./ч
Дезинфекционно-душевой автомобиль (ДДА-53)	12	0,12	4000	80
Дезинфекционно-душевой прицеп (ДДП)	12	0,12	4000	80
Пароэлеваторная душевая установка на автомобиле (АДП)	12	0,12	4000	80
Пароэлеваторная душевая установка на прицепе (ДДП-2)	12	0,10	3600	70

Площадка санитарной обработки состоит из трех отделений: раздевального, обмывочного и одевального.

В раздевальном отделении личный состав сдает на хранение ответственному лицу документы и ценности, снимает одежду и проходит дозиметрический контроль. Дозиметрист обязан указать каждому из проходящих санитарную обработку, на

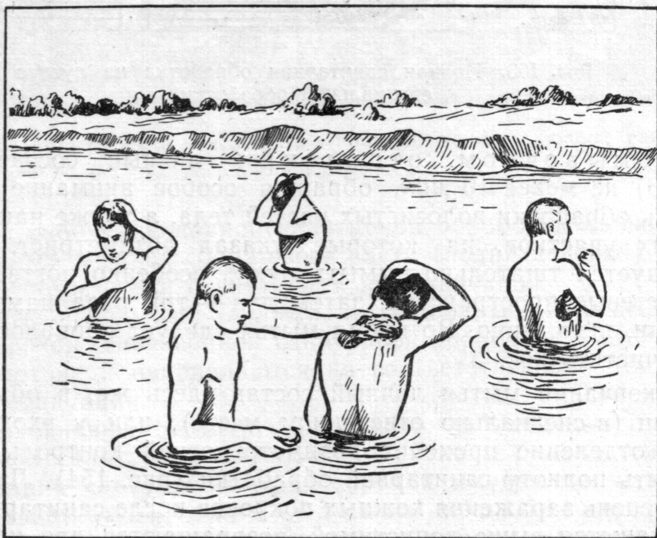


Рис. 152. Полная санитарная обработка в открытом водоеме

Наиболее эффективным способом дезактивации является смывание радиоактивных веществ водой и тем более дезактивирующими растворами при одновременном протирании зараженной поверхности щетками (рис. 157).

В качестве технических средств дезактивации вооружения, техники и транспорта могут быть использованы табельные средства дезактивации и пожарные мотопомпы. Основные данные их приведены в табл. 28.

Таблица 28

Основные технические данные машин, используемых при дезактивации вооружения и техники

Наименование машин	Рабочая емкость резервуара, *л*	Количество одновременно обслуживаемых объектов	Время развертывания *мин*	Обслуживающий персонал, человек
Авторазливочная станция (АРС-12Д)	2500	2—3 / 4—8	5—8 / 15—20	3
Автодегазационная машина (АДМ-48Д)	1000	4—6	30	4
Мотопомпа М-600	—	1—2	5	1

Примечание. Число над чертой относится к дезактивации при помощи брандспойтов, под чертой — при помощи щеток.

Полную дезактивацию вооружения, техники и транспорта лучше всего проводить в таком порядке: обмыть зараженную поверхность сильной струей воды, удалить оставшуюся грязь и провести дозиметрический контроль. Если зараженность поверхностей превышает допустимую, то следует обработать их дезактивирующим раствором с одновременным протиранием щетками; обработку вести до тех пор, пока зараженность не снизится до допустимой.

Необходимо заметить, что вооружение и техника, подвергшиеся дезактивации, но имеющие зараженность выше, чем допустимо, не представляют собой такой опасности, как недезактивированные. Это объясняется тем, что прочно приставшие к поверхности радиоактивные частицы не могут попасть на кожные покровы в случае соприкосновения с такими поверхностями. Внешнее же облучение

от дезактивированной техники серьезной опасности, как правило, не представляет.

После дезактивации вооружение и технику протирают насухо, чистят и смазывают.

В табл. 29 приведено ориентировочное время дезактивации вооружения и техники различными способами.

Таблица 29

Ориентировочный расход времени на дезактивацию вооружения и техники (в минутах)

Наименование объекта	Обработка дезактивирующими растворами из брандспойтов со щетками (АРС, АДМ) и протирание внутренних поверхностей объекта смоченной ветошью	Смывание струей воды (АРС)	Протирание ветошью, смоченной дезактивирующим раствором или водой
Средний танк (самоходно-артиллерийская установка)	40	25	90
Бронетранспортер	40	25	75
Грузовой автомобиль	35	20	75
Трактор	40	25	90
57-*мм* орудие	10	5	25
85-*мм* пушка	12	6	30
122-*мм* гаубица	20	12	50
85-*мм* зенитная пушка	20	12	50
82-*мм* миномет	7	5	15
120-*мм* миномет	10	5	25

Примечания: 1. Время на обработку дано из расчета, что в дезактивации участвует весь экипаж (расчет).

2. Время на подъезд и отъезд дезактивируемой техники и на переснаряжение средств дезактивации не учтено.

Дезактивация обмундирования и снаряжения. Частичная дезактивация обмундирования, снаряжения, обуви и средств индивидуальной противохимической защиты заключается в отряхивании и обметании обмундирования щетками, вениками или ветошью (рис. 158). Обувь, снаряжение и средства противохимической защиты обтирают сухой или влажной ветошью.

Полная дезактивация обмундирования производится путем выколачивания палками (рис. 159) или стиркой в механических прачечных по специальным режимам. Стиркой может дезактивироваться хлопчатобумажное, ватное и шерстяное обмундирование, а также шинели, импрегнированное обмундирование и белье.

Рис. 169. Возможные объекты ядерных ударов в наступлении

Рис. 170. Возможные объекты ядерных ударов в обороне

ОГЛАВЛЕНИЕ

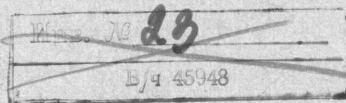
Стр.

Сдано в набор 24.3.61 Подписано к печати 9.9.61
Формат бумаги $60 \times 92^{1}/_{16}$—$20^{1}/_{2}$ печ. л.=20,5 усл. печ. л.
+30 цветн. полн. стр. —$3^{3}/_{4}$ печ. л.=3,75 усл. печ. л.
Изд. № 6/8258дсп Зак. 1945дсп



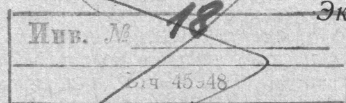
ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР



Для служебного пользования

Экз. № 77193



ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ОФИЦЕРОВ

Издание третье, переработанное и дополненное

Ордена Трудового Красного Знамени
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА — 1969

УДК.623.454.8

Настоящее Пособие представляет собой переработанное и дополненное издание пособия «Ядерное оружие», вышедшего в свет в 1961 г. В нем более полно, чем в прежнем издании, изложены вопросы поражающего действия ядерных взрывов, значительно уточнены сведения по радиоактивному заражению и защите войск от ядерного оружия, а также впервые помещены данные об электромагнитном импульсе ядерного взрыва, поражающем действии взрывов мощностью менее 1 тыс. т и сейсмовзрывных волнах в грунте.

Пособие предназначено для офицеров всех видов Вооруженных Сил; оно может быть также использовано при подготовке курсантов военных училищ.

Замечания и предложения по содержанию Пособия просьба направлять по адресу: Москва, К-160, ***войсковая часть 31600.***

В книге пронумеровано всего 388 страниц; кроме того, помещены цветные рисунки:

рис. II-1 — между **стр. 28 и 29;**
рис. II-5 — II-12 (восемь рисунков) — между стр 32 и 33;
рис. III-12, III-13, III-20 и III-21 — между стр. 64 и 65;
рис. VI-4 и VI-6 — между стр. 224 и 225;
рис. VI-7 и VI-8 — между стр. 240 и 241;
рис. VI-19, VI-21, VI-23 и VI-25 — между стр. 256 и 257;
рис. VI-30 и VI-31 — между стр. 272 и 273;
рис. VII-4 и VII-6 — между стр. 344 и 345.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА I

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ, СРЕДСТВА ДОСТАВКИ ЕГО К ЦЕЛИ И НОСИТЕЛИ

§ 1. Понятие о ядерном оружии

Ядерным оружием называется оружие, поражающее действие которого обусловлено энергией, освобождающейся при ядерном взрыве.

Ядерный взрыв сопровождается выделением огромного количества энергии, поэтому по разрушающему и поражающему действию он в сотни и тысячи раз может превосходить взрывы самых крупных авиационных бомб, снаряженных обычными взрывчатыми веществами.

Поражение войск ядерным взрывом происходит на больших площадях и носит массовый характер. Ядерное оружие позволяет уничтожать средства массового поражения противника, в короткие сроки наносить ему крупные потери в живой силе и боевой технике, разрушать сооружения и другие объекты, заражать местность радиоактивными веществами, а также оказывать на войска сильное психологическое воздействие и тем самым создавать стороне, умело применяющей ядерное оружие, выгодные условия для достижения победы в бою. Среди современных средств вооруженной борьбы ядерное оружие занимает особое место — оно является главным средством поражения противника.

Ядерный взрыв отличается от обычного не только количеством выделяющейся энергии, но и природой изменений, происходящих в веществе заряда.

Обычные взрывчатые вещества (тротил, порох, динамит и др.) представляют собой относительно сложные нестойкие химические соединения или смеси. Молекулы таких веществ в момент взрыва превращаются в молекулы более простых и стойких веществ. Например, из молекул тротила при взрыве образуются молекулы воды, азота, окислов азота, окислов углерода. При этом атомы, входящие в состав молекул, сохраняя свои первоначальные свойства, лишь перегруппировываются. Превращение менее стойких молекул

щадь в 1 *см*^{2} за 1 *сек* пролетает в среднем около шести нейтронов. Кроме того, прежде чем проникнуть в ядерный заряд и вызвать в нем деление, эти нейтроны должны пройти сквозь массивную оболочку ядерного заряда и продукты взрыва тротилового заряда, в которых нейтроны сильно ослабляются и поглощаются. По этим причинам в ядерном заряде применяют искусственный источник нейтронов, который не только вызывает начало цепной ядерной

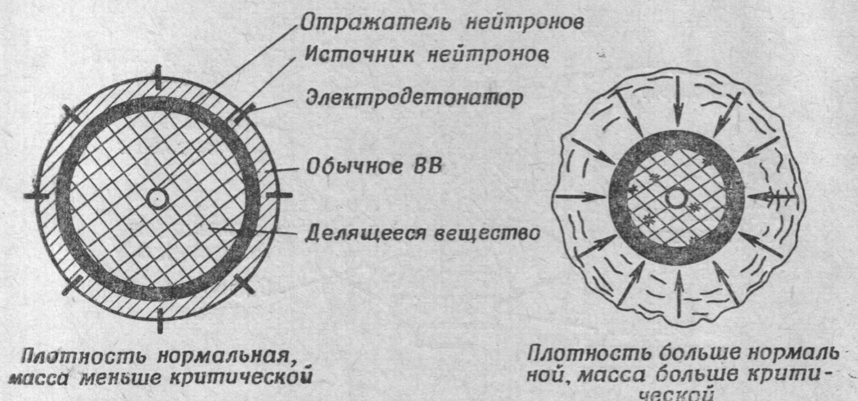


Рис. I-10. Принципиальная схема осуществления ядерного взрыва с помощью направленного внутрь взрыва обычного ВВ (имплозии)

реакции в строго определенный момент, но и обеспечивает деление множества ядер в начале реакции.

Огромное давление и температура в зоне ядерной реакции разрушают даже очень массивную оболочку заряда до того, как прореагирует все ядерное горючее. Поэтому значительная часть вещества не разделится и будет безвозвратно потеряна. Следовательно, все способы, приводящие к задержке разлета делящегося вещества, в конечном итоге повышают мощность взрыва. Например, если бы удалось задержать разлет делящегося вещества заряда примерно на одну стомиллионную долю секунды, то мощность взрыва данного боеприпаса могла бы возрасти почти в два раза. Увеличению мощности взрыва при том же количестве делящегося вещества способствует также отражатель нейтронов.

Таким образом, главными элементами ядерного заряда, основанного на реакции деления, являются делящееся вещество (собственно ядерный заряд), искусственный источник нейтронов, заряд обычного взрывчатого вещества и отражатель нейтронов.

В зависимости от назначения ядерный заряд помещают в ту или иную оболочку (головную часть ракеты, корпус авиационной бомбы, артиллерийский снаряд и т. п.) и снабжают соответствующим взрывным устройством, обеспечивающим взрыв боеприпаса при достижении им заданных координат относительно цели.

таблицы следует, что чем больше параметры воздуха во фронте ударной волны, тем сильнее ее поражающее действие.

Таблица III-1

Параметры воздуха во фронте ударной волны

Избыточное давление во фронте $\Delta p_ф$, $кг/см^2$	Скорость движения фронта $D_ф$, $м/сек$	Скорость воздуха во фронте $U_ф$, $м/сек$	Плотность воздуха во фронте $\rho_ф$, $\frac{кг \cdot сек^2}{м^4}$	Температура воздуха во фронте $T_ф$, °K	Пример разрушающего действия ударной волны
0,01	341,4	2,3	0,126	289	Разрушение отдельных стекол
0,05	347	10	0,129	292	Массовое разрушение остекления
0,1	354	22,6	0,134	296	Слабое разрушение кирпичных зданий
0,2	367	44	0,142	303	Среднее разрушение кирпичных зданий
0,3	380	63,2	0,15	310	Сильное разрушение кирпичных зданий
0,4	392	82	0,158	316	Полное разрушение кирпичных зданий
0,5	404	99,2	0,165	323	Полное разрушение проволочных заграждений
0,6	416	115	0,173	329	Полное разрушение промышленных зданий с легким металлическим каркасом
0,7	428	131	0,18	336	
0,8	439	146	0,188	341	
0,9	450	160	0,194	347	Слабое разрушение блиндажей
1	460	174	0,201	353	Среднее разрушение траншей с одеждой крутостей
1,5	510	236	0,232	380	
2	555	287	0,261	405	Среднее разрушение убежищ легкого типа
3	635	378	0,309	455	
5	772	518	0,381	552	Среднее разрушение убежищ тяжелого типа
10	1040	772	0,489	787	
15	1245	964	0,547	1020	Полное разрушение тяжелых и средних танков
20	1430	1120	0,585	1250	

Воздух, движущийся за фронтом ударной волны, даже при сравнительно невысоком избыточном давлении играет большую роль в ее поражающем действии. Например, на тех расстояниях от центра взрыва, где давление волны составляет 0,3 *кг/см²*, скорость движения воздуха во фронте равна 63,2 *м/сек* (см. табл. III-1), т. е. более 200 *км/ч*. Порыв такого «ураганного ветра», который в зависимости от мощности взрыва может продолжаться от долей секунды до нескольких секунд, способен сбить с ног и отбросить человека, перевернуть находящийся вне укрытия самолет или причинить значительные разрушения жилым и промышленным зданиям.

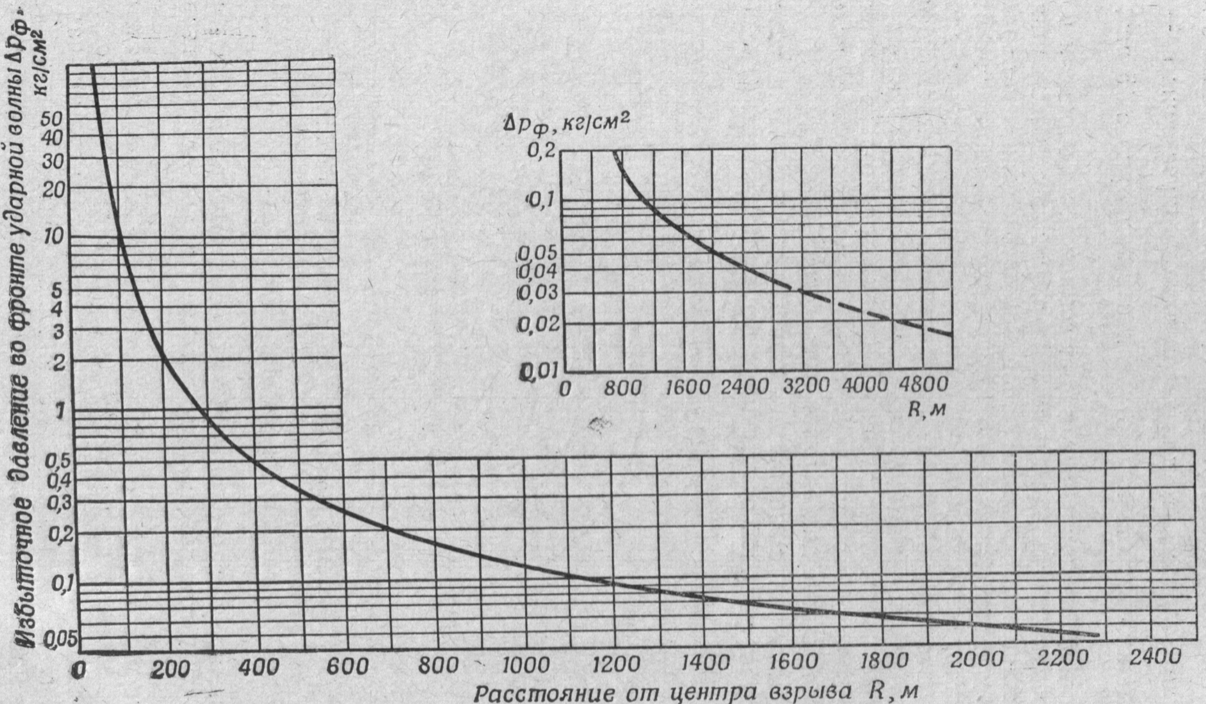


Рис. III-4. Изменение избыточного давления с расстоянием при наземном взрыве мощностью 1 тыс. т

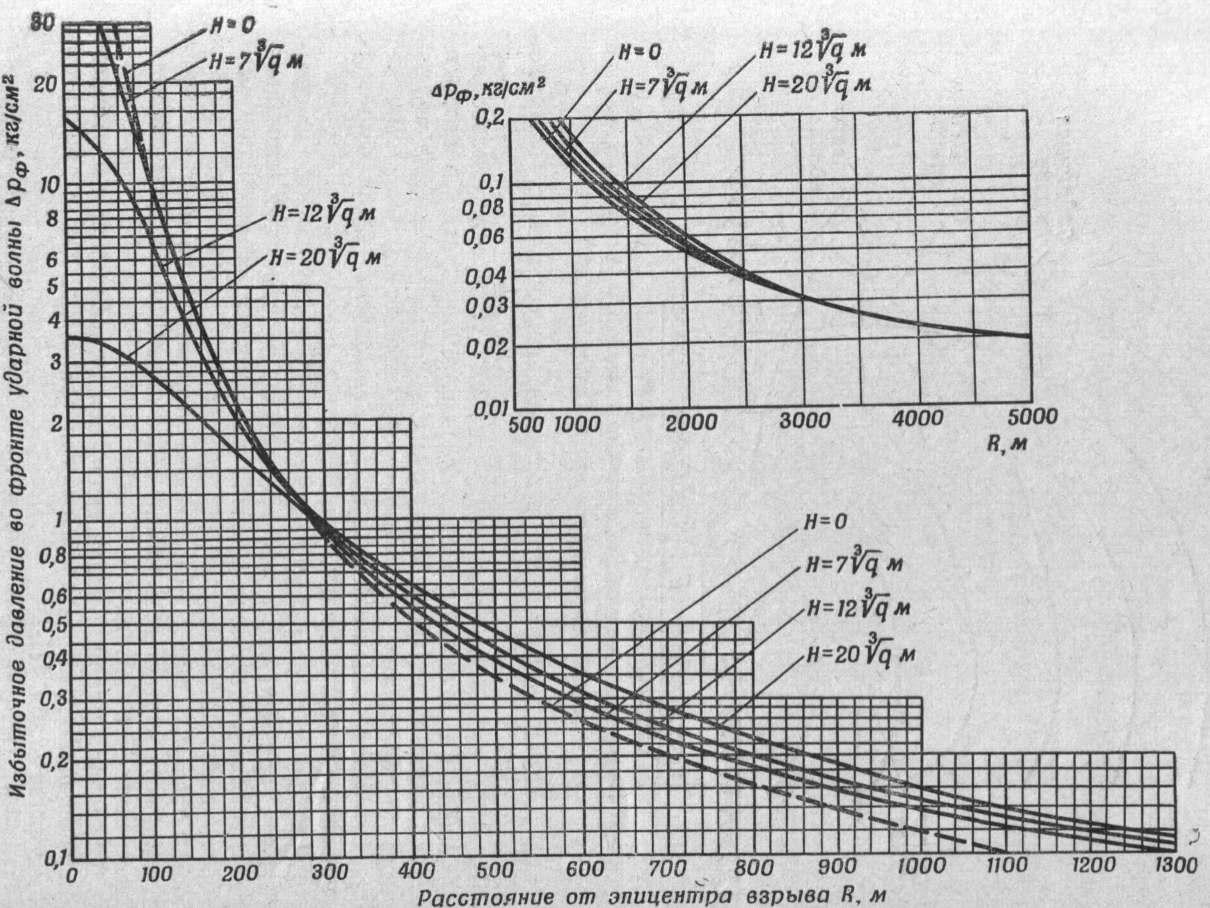


Рис. III-6. Изменение избыточного давления с расстоянием при воздушном взрыве мощностью 1 тыс. $т$ (без прогрева приземного слоя воздуха)

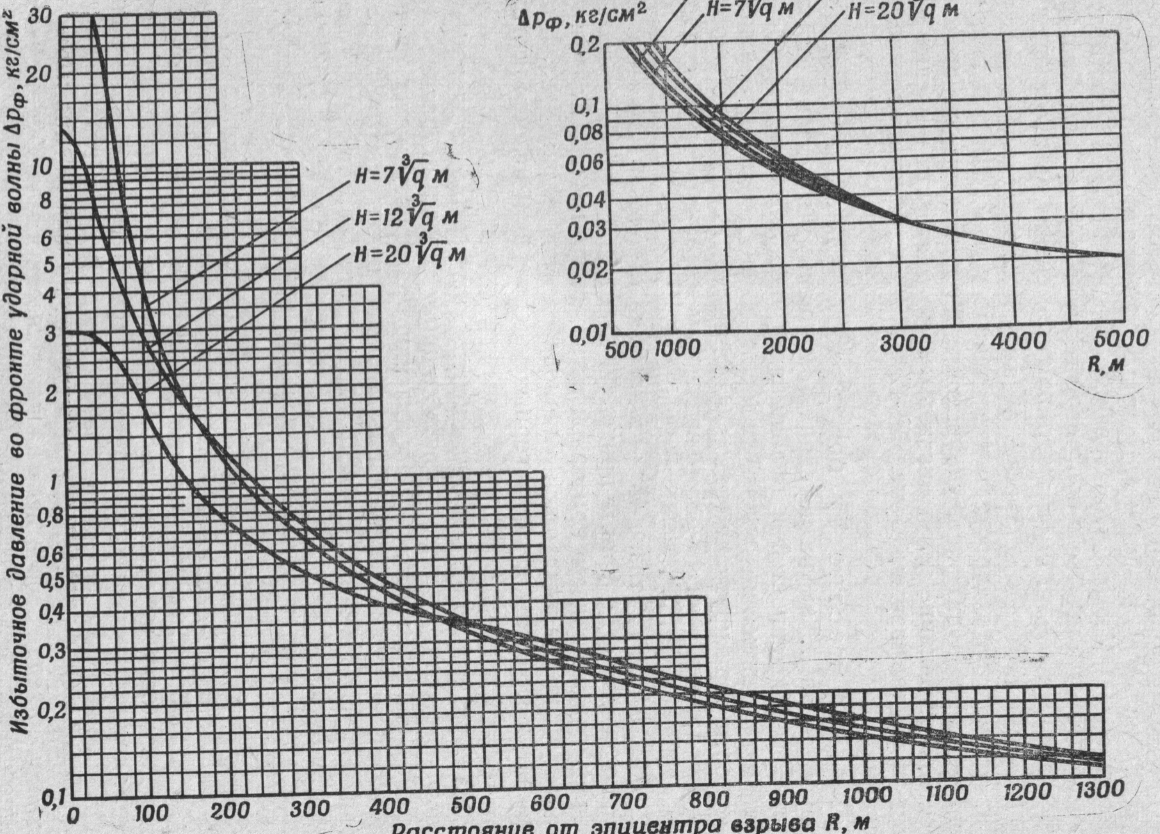


Рис. III-7. Изменение избыточного давления с расстоянием при воздушном взрыве мощностью 1 тыс. т (при прогреве приземного слоя воздуха)

Мощность взрыва, тыс. т

1000 800 600 400 300 200 100 80 60 40 30 20 10 8 6 4 3 2 1

10 кг/см2 5 2,5 2 1,5 1 0,75 0,5 0,4 0,3 0,2 0,15 0,1

0 1000 2000 3000 4000 5000 6000

Расстояние от центра взрыва, м

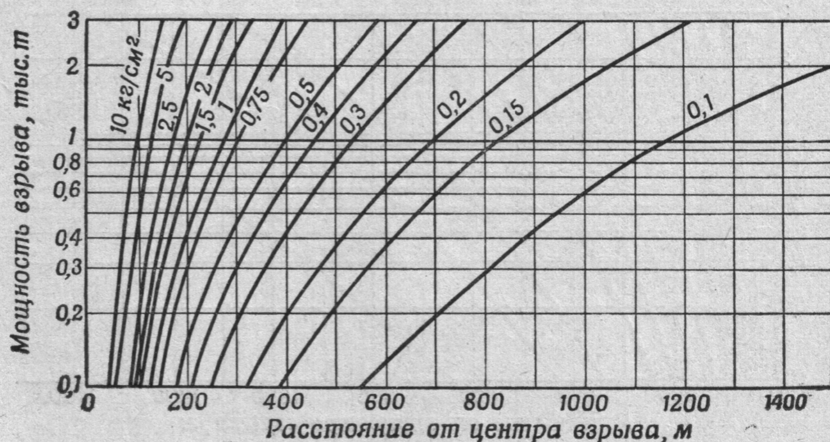


Рис. III-8. Зависимость избыточного давления во фронте ударной волны при наземном взрыве от мощности и расстояния до центра взрыва

Мощность взрыва, тыс.т
1000
800
600
500
400
300
200
100
80
60
50
40
30
20
10
8
6
5
4
3
2
1
10 кг/см²
5
2,5
1,5
2
1
0,75
0,5
0,4
0,3
0,2
0,15
0,1
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
Расстояние от эпицентра взрыва, м

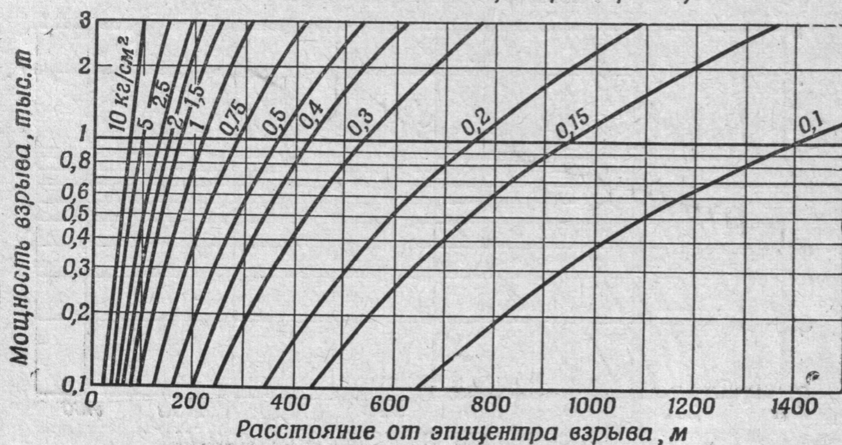


Рис. III-9. Зависимость избыточного давления во фронте ударной волны при воздушном взрыве на высоте $H = 7\sqrt[3]{q}$ *м* от мощности и расстояния до эпицентра взрыва

Мощность взрыва, тыс. т

1000
800
600
500
400
300
200
100
80
60
50
40
30
20
10
8
6
5
4
3
2
1

10 кг/см2
5
2,5
2
1,5
1
0,75
0,5
0,4
0,3
0,2
0,15
0,1

0
1000
2000
3000
4000
5000
6000

Расстояние от эпицентра взрыва, м

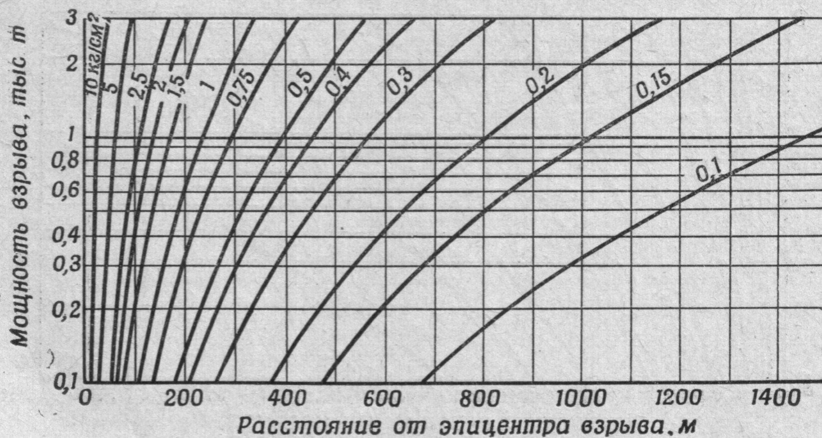


Рис. III-10. Зависимость избыточного давления во фронте ударной волны при воздушном взрыве на высоте $H = 12\sqrt[3]{q}$ *м* от мощности и расстояния до эпицентра взрыва

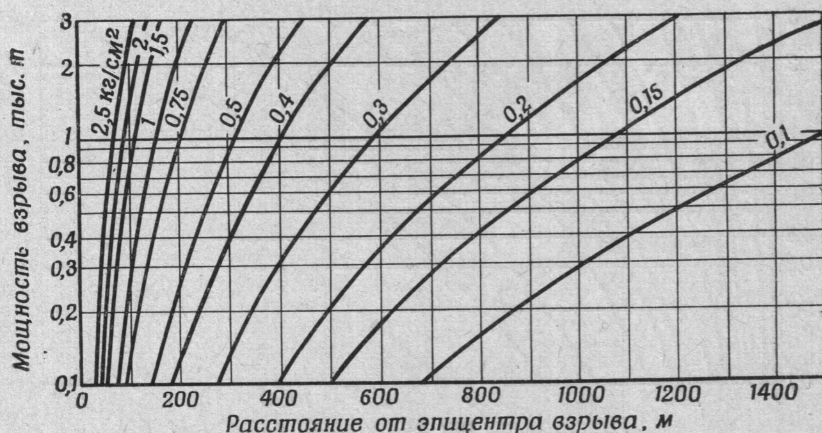


Рис. III-11. Зависимость избыточного давления во фронте ударной волны при воздушном взрыве на высоте $H = 20\sqrt[3]{q}$ *м* от мощности и расстояния до эпицентра взрыва

0,3 *кг/см*² и менее, в условиях среднего дождя давление уменьшается на 15% и сильного (ливневого) — на 30%.

При взрывах в условиях снегопада давление в ударной волне снижается весьма незначительно и это снижение можно не учитывать.

Воздействие ударной волны на наземные объекты. Характер воздействия воздушной ударной волны ядерного взрыва на различные объекты зависит от давления во фронте волны, его изменения во времени, а также от размеров объекта и его положения относительно места взрыва.

Вблизи эпицентра взрыва сооружения, возвышающиеся над поверхностью земли, подвергаются воздействию падающей и отраженной волн (рис. III-15). В первый момент при встрече фронта падающей волны с сооружением последнее испытывает резкий удар вследствие внезапного возникновения вертикальной нагрузки, равной по величине давлению отражения, а затем всестороннее сжатие. При этом давление отражения более чем в два раза превышает избыточное давление во фронте падающей волны.

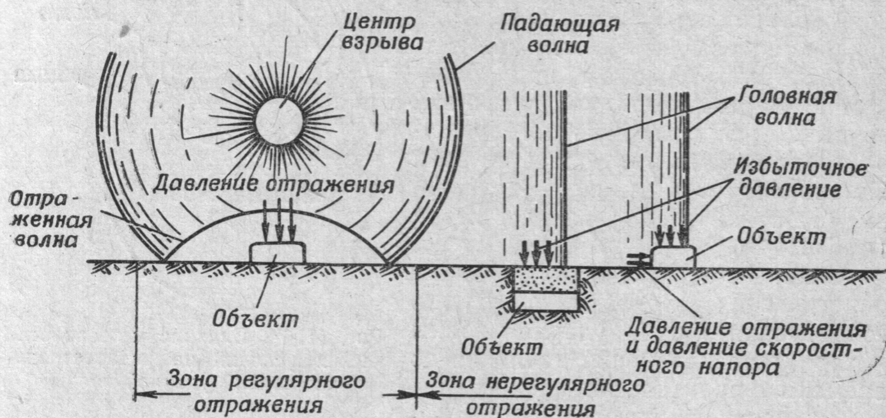


Рис. III-15. Схема воздействия воздушной ударной волны на наземные объекты в зависимости от их положения относительно центра (эпицентра) взрыва

По мере удаления сооружения от центра (эпицентра) взрыва на него кроме всестороннего сжатия действует сдвигающее усилие. Это объясняется тем, что ударная волна не одновременно и не с одинаковой силой воздействует на различные элементы сооружения. В первую очередь и наиболее сильному воздействию ее подвергается стена сооружения, обращенная к центру (эпицентру) взрыва, которая воспринимает давление отражения и действие скоростного напора (рис. III-15). В тот момент, когда фронт ударной волны достигает поверхности этой стены, воздух, движущийся в волне с большой скоростью, останавливается. Это вызывает резкое повышение

Фронт проходящей ударной волны

$\Delta p_{отр}$

а

Отток воздуха

Фронт отраженной волны

Фронт проходящей ударной волны

б

в

г

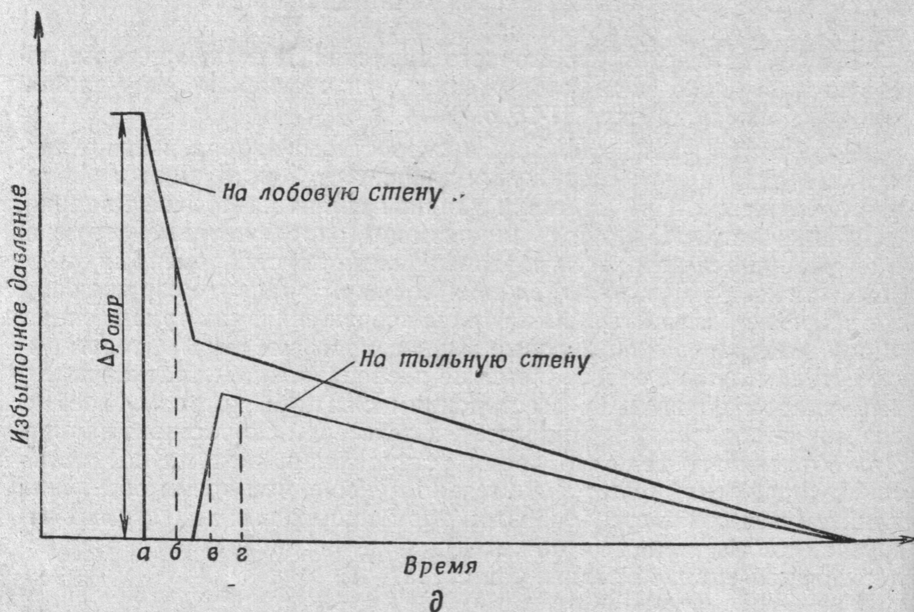


 Рис. III-16. Давление на различные поверхности преграды при обтекании ее воздушной ударной волной

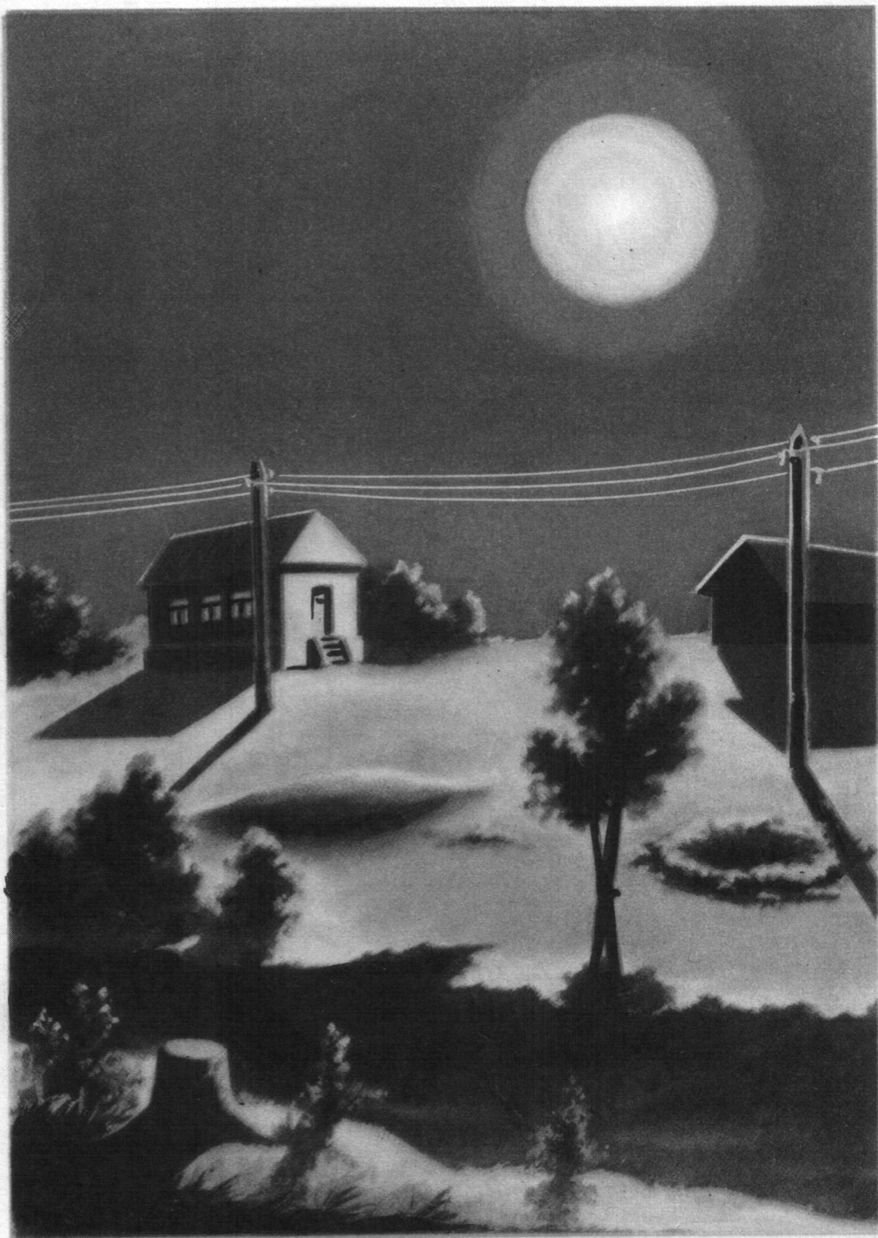


Рис. III-20. Местные предметы, создающие зону тени, способны надежно защитить от светового излучения

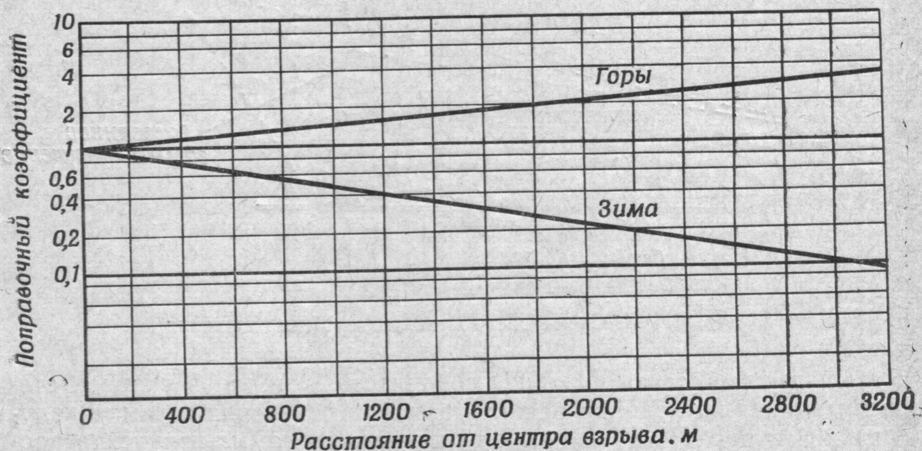


Рис. III-23. Зависимость дозы гамма-излучения от расстояния до центра взрыва

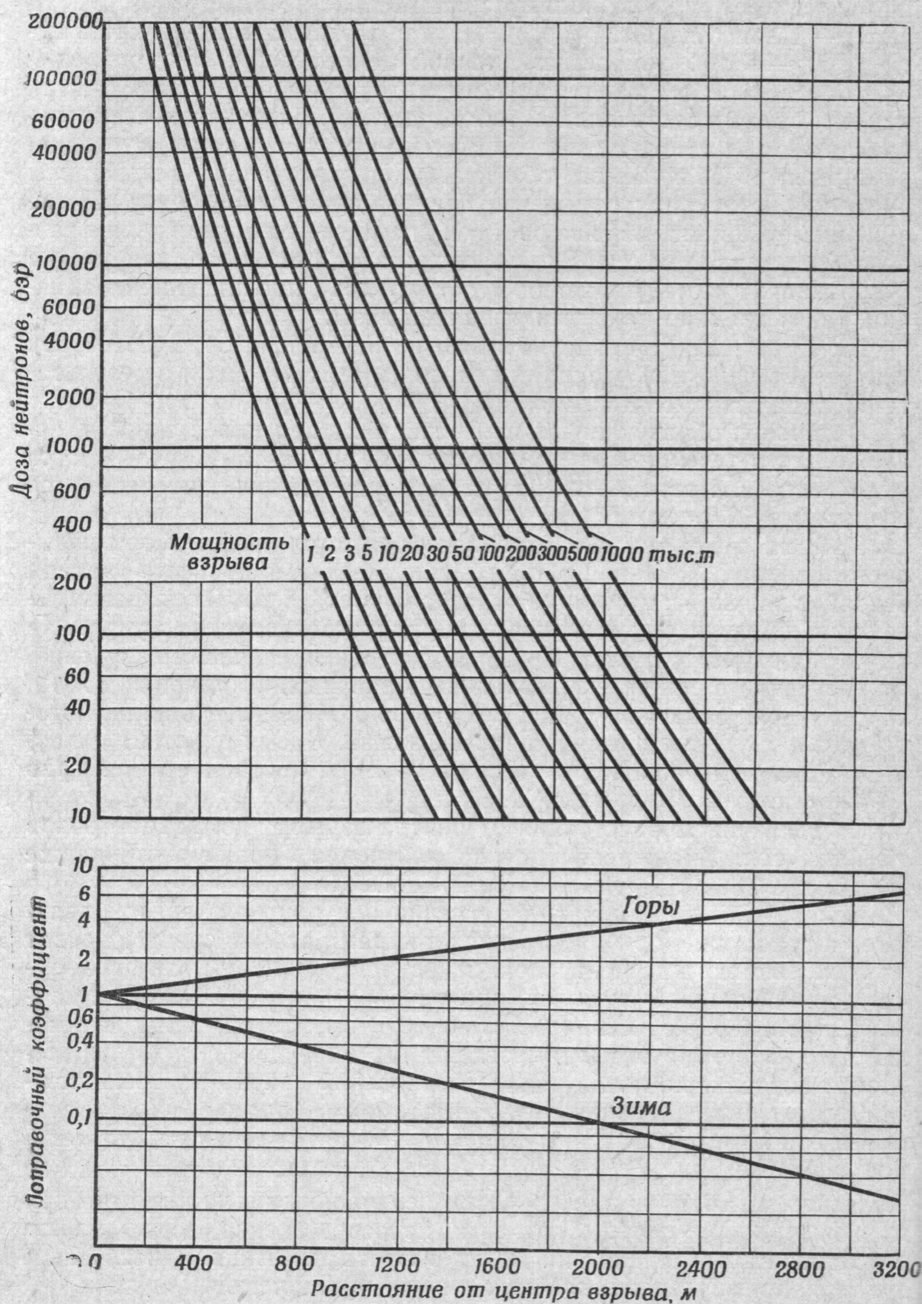


Рис. III-25. Зависимость дозы нейтронов от расстояния до центра взрыва

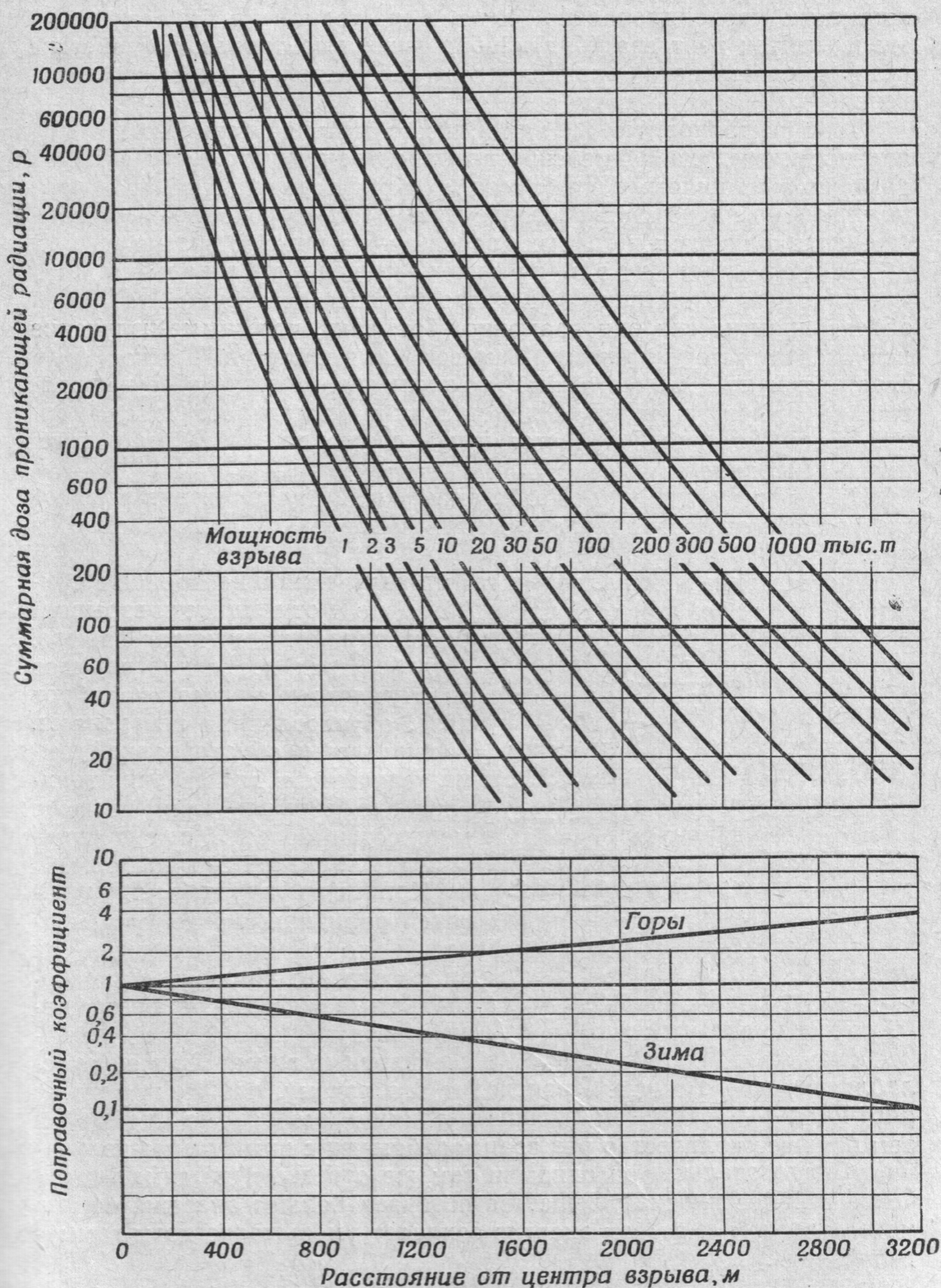


Рис. III-26. Зависимость суммарной дозы проникающей радиации от расстояния до центра взрыва

Таблица III-5

Значения слоя половинного ослабления гамма-излучения и нейтронов, *см*

Наименование материала	Плотность материала, $г/см^3$	Слой половинного ослабления	
		d_γ	d_n
Древесина	0,7	30,5	9,7
Полиэтилен	0,9	21,8	2,7
Вода	1	20,4	2,7
Грунт	1,6	13	9
Кирпичная кладка	1,6	13	10
Стеклопластик	1,7	12	4
Стиробетон	1,85	11	5
Железобетон	2,3	9,5	8,2
Железо (броня)	7,8	3,5	11,5
Свинец	11,3	2	12

Если толща защиты состоит из нескольких слоев различных материалов, то для определения общего коэффициента ослабления необходимо найти коэффициент ослабления для каждого слоя, а затем перемножить их. Для упрощения расчетов можно пользоваться графиками зависимости ослабления дозы гамма-излучения (рис. III-28) и нейтронов (рис. III-29).

Пример III-7. Определить дозу проникающей радиации внутри убежища легкого типа с покрытием из деревянных брусьев толщиной 20 *см* и грунтовой обсыпкой в 120 *см* при взрыве мощностью 10 тыс. *т* на высоте 600 *м*. Убежище расположено в эпицентре взрыва.

Расчет провести для летних условий.

Решение. По графикам рис. III-23 и III-25 находим, что при заданных условиях дозы гамма-излучения и нейтронов на поверхности земли составляют:

$$D_{0_\gamma} \approx 12\,000\ р;\ D_{0_n} = 20\,000\ бэр.$$

По графикам рис. III-28 и III-29 находим степень ослабления древесиной и грунтом гамма-излучения и нейтронов; она соответственно равна

$$к_{\gamma_{др}} = 1,6;\ к_{\gamma_{гр}} = 600;$$

$$к_{n_{др}} = 4;\quad к_{n_{гр}} = 11\,000.$$

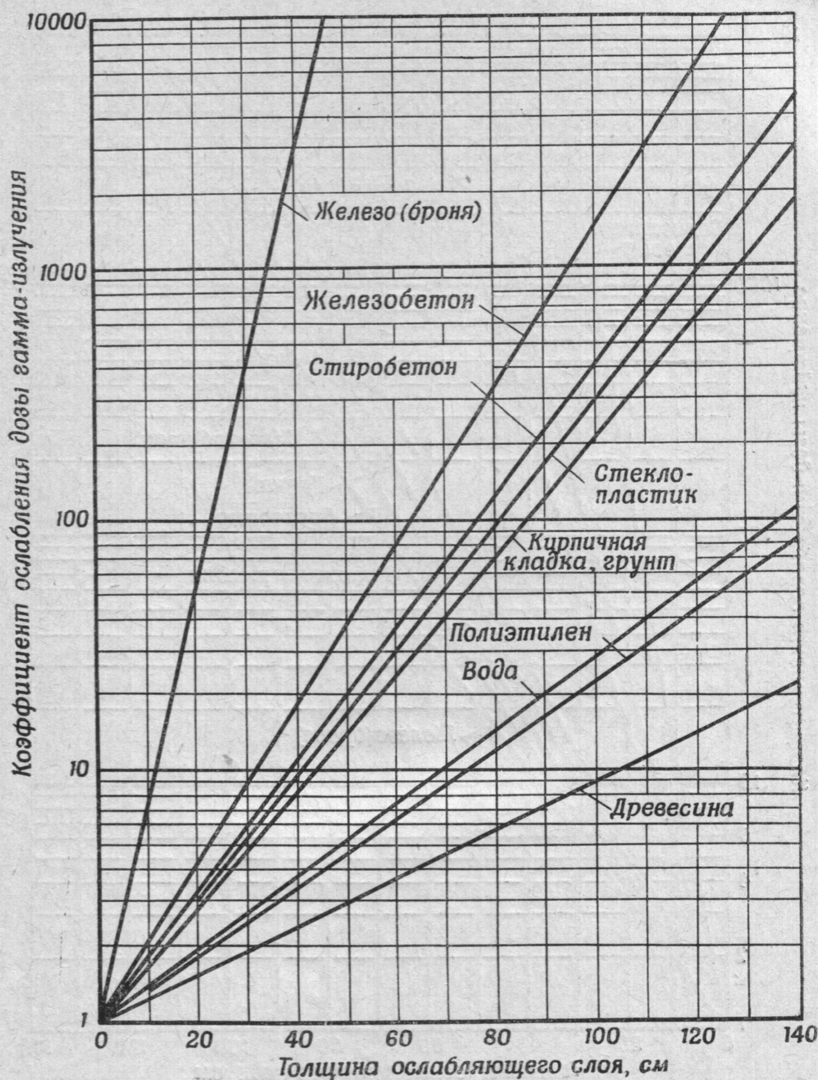


Рис. III-28. Зависимость степени ослабления дозы гамма-излучения от толщины материалов

Следовательно, доза проникающей радиации внутри убежища будет равна

$$D = D_\gamma + D_n = \frac{D_{0\gamma}}{\kappa_{\gamma_{гр}} \cdot \kappa_{\gamma_{др}}} + \frac{D_{0n}}{\kappa_{n_{гр}} \cdot \kappa_{n_{др}}} =$$

$$= \frac{12\,000}{1,6 \cdot 600} + \frac{20\,000}{4 \cdot 11\,000} \approx 12,5 + 0,5 = 13 \ р.$$

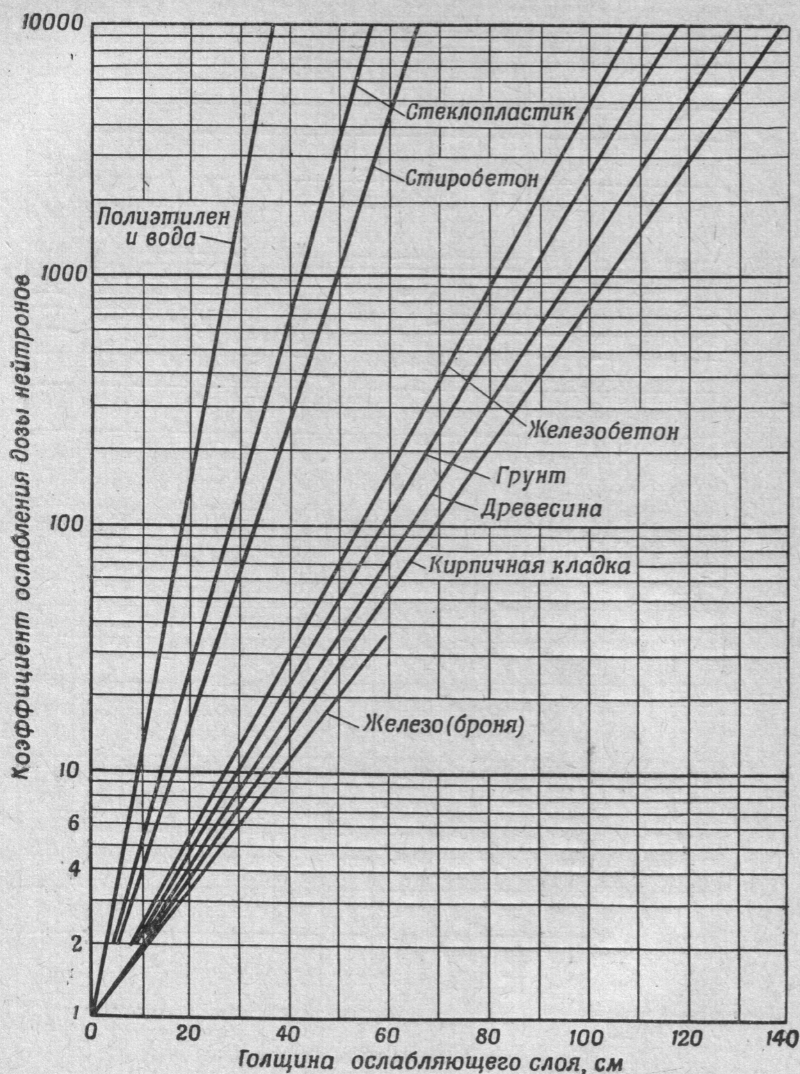


Рис. III-29. Зависимость степени ослабления дозы нейтронов от толщины материалов

Пример III-8. Определить дозу радиации, которую получит экипаж танка, находящегося на удалении 1200 *м* от центра взрыва мощностью 5 тыс. *т*, при боевых действиях в горной местности.

Р е ш е н и е. Толщина брони танка в различных его местах неодинакова, поэтому расчет дозы внутри танка необходимо произвести для некоторой средней толщины брони. Примем ее равной 8 *см*.

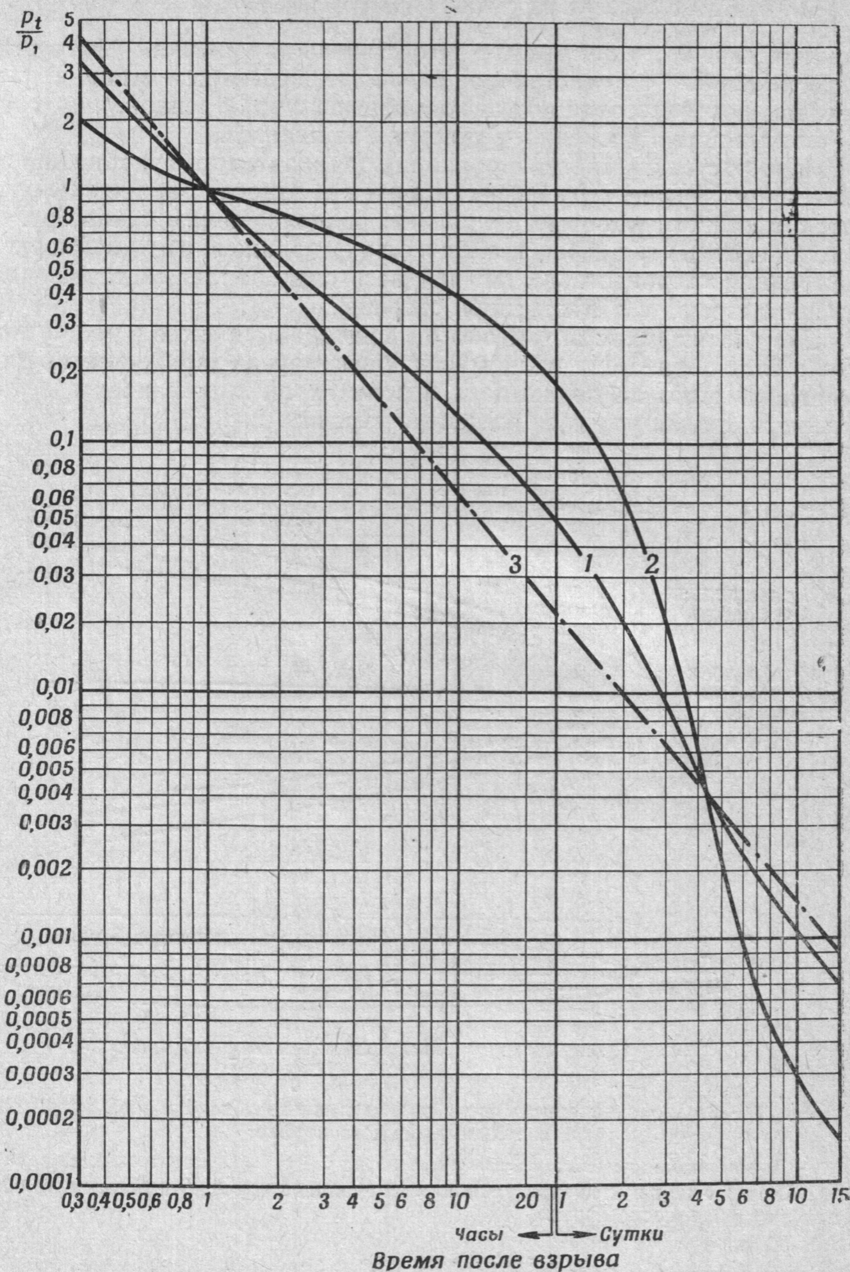


Рис. III-34. График для определения спада уровней радиации со временем (P_1 — уровень радиации через 1 *ч* после взрыва; P_t — уровень радиации на время t после взрыва):

1 — район наземного взрыва с наветренной стороны; *2* — район низкого воздушного взрыва; *3* — след облака всех взрывов и район подземного взрыва с наветренной стороны

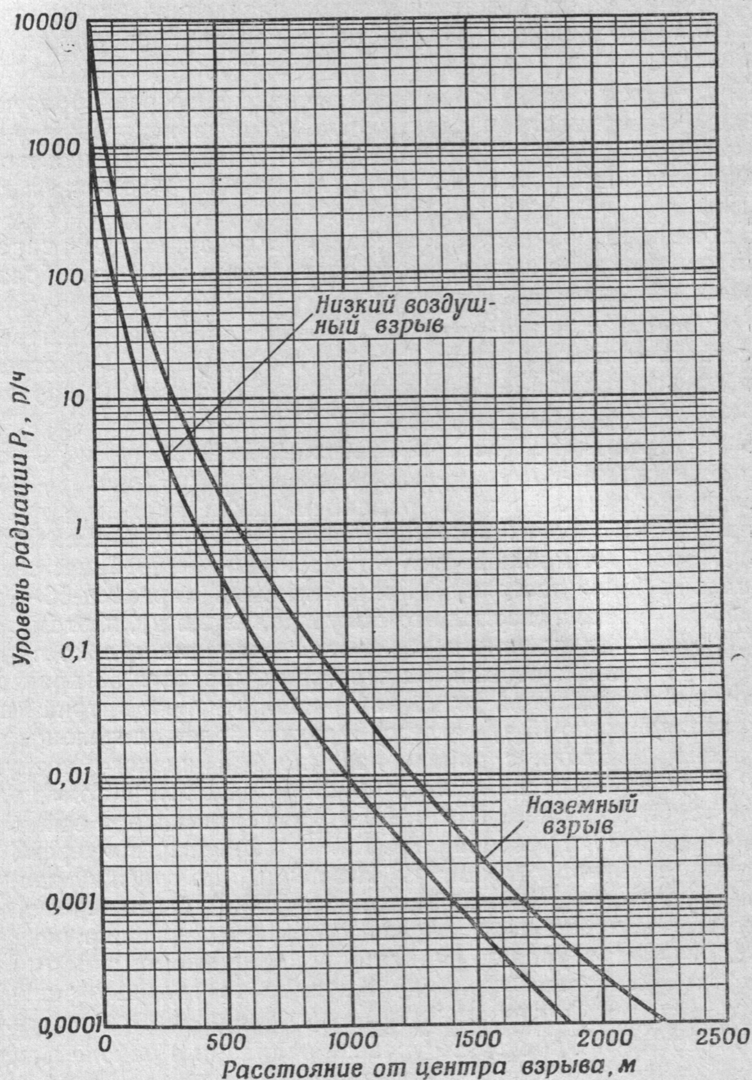


Рис. III-35. График для определения уровней радиации в районе наземного и низкого воздушного взрывов мощностью 1 тыс. *т* через 1 *ч* после взрыва. (При воздушных взрывах расстояния от эпицентра предварительно пересчитываются в соответствующие им расстояния от центра взрыва)

Таблица III-6

Уровни радиации в районе наземного взрыва через 1 *ч* после взрыва, *р/ч*

Расстояние от центра взрыва, *м*	Мощность взрыва, тыс. *т*												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
50	600	1 200	1 800	3 000	6 000	12 000	18 000	30 000	60 000	120 000	180 000	300 000	600 000
100	175	350	525	875	1 750	3 500	5 250	8 750	17 500	35 000	52 500	87 500	175 000
200	33	66	100	165	330	660	1 000	1 650	3 300	6 600	10 000	16 500	33 000
300	12,5	25	38	62	125	250	375	625	1 250	2 500	3 750	6 250	12 500
400	4,5	9	14	22	45	90	135	225	450	900	1 350	2 250	4 500
600	0,8	1,6	2,4	4	8	16	24	40	80	160	240	400	800
800	0,17	0,3	0,5	0,8	1,7	3,4	5,1	8,5	17	34	51	85	170
1 000	0,05	0,1	0,15	0,3	0,5	1	1,5	2,5	5	10	15	25	50
1 500	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	$7{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}25\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	0,05	0,075	0,125	0,25	0,5	0,75	1,25	2,5
2 000	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-4}$	$7{,}5\cdot10^{-4}$	$1{,}25\cdot10^{-3}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	$7{,}5\cdot10^{-3}$	0,0125	0,025	0,05	0,075	0,125	0,25

Таблица III-7

Уровни радиации на оси следа облака наземного взрыва через 1 *ч* после взрыва, *р/ч*

Расстояние от центра взрыва, *км*	Мощность взрыва, тыс. *т*												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
	Скорость среднего ветра 25 *км/ч*												
1	550	1 000	1 500	2 300	4 200	7 800	11 000	17 000	32 000	58 000	82 000	130 000	230 000
2	250	450	630	970	1 700	3 200	4 600	7 300	14 000	25 000	36 000	57 000	100 000
4	85	150	240	410	790	1 400	2 000	3 200	5 700	10 000	15 000	23 000	44 000
6	49	94	130	210	360	790	1 200	2 000	3 600	6 600	9 300	14 000	26 000
8	29	59	88	140	270	490	670	1 200	2 400	4 700	6 700	11 000	19 000
10	19	39	60	100	200	380	540	830	1 500	3 200	4 900	8 000	15 000
12	13	27	42	67	140	250	400	620	1 200	2 500	3 600	5 600	11 000
14	9	20	31	52	120	200	330	490	960	2 000	3 000	4 600	9 700
16	6,6	15	23	40	90	140	260	400	800	1 700	2 300	3 600	8 100
20	4	8,7	14	25	53	110	170	300	590	1 200	1 700	2 300	5 500
25	2,2	5,1	8,2	15	33	70	110	190	400	830	1 100	1 900	4 900
30	1,4	3,3	5,2	10	21	47	74	135	270	570	870	1 500	3 700
40	0,7	1,6	2,6	4,7	11	24	38	68	150	380	600	1 000	2 400
60	0,3	0,6	0,9	1,7	4	9	14	26	47	120	210	370	750
80	0,1	0,2	0,3	0,8	2	4,8	7	13	30	75	130	240	500
100	0,06	0,1	0,2	0,5	1	2	4	7	16	37	59	110	230
200	0,01	0,05	0,07	0,09	0,1	0,4	0,6	1,2	3	6	10	18	41
	Скорость среднего ветра 50 *км/ч*												
1	400	730	1 000	1 600	2 900	5 200	7 300	11 000	20 000	36 000	51 000	79 000	140 000
2	160	300	475	680	1 300	2 300	3 300	5 200	9 400	17 000	24 000	38 000	69 000
4	75	125	190	300	520	960	1 400	2 200	4 000	7 500	11 000	17 000	31 000
6	39	80	120	180	330	590	830	1 300	2 400	4 400	6 400	10 000	19 000
8	25	44	79	125	230	430	610	910	1 700	3 100	4 400	7 000	13 000
10	19	35	49	74	160	320	470	730	1 300	2 400	3 400	5 300	9 800

Расстояние от центра взрыва, *км*	Мощность взрыва, тыс. *т*												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
12	15	28	40	63	120	240	350	560	950	1 800	2 850	4 100	8 000
14	11	22	32	51	100	190	280	450	800	1 300	2 400	3 500	6 800
16	8,7	18	26	41	80	150	230	370	650	1 200	1 900	3 000	5 600
20	5,6	12	18	30	59	110	160	250	440	960	1 500	2 500	4 500
25	3,5	7,4	12	20	40	80	120	190	350	700	950	1 700	3 400
30	2,3	5	8	14	30	59	90	160	270	520	730	1 000	2 700
40	1,2	2,6	4,1	7,3	16	34	52	88	180	380	550	900	1 800
60	0,5	1	1,6	2,8	6	14	22	39	75	160	260	480	850
80	0,2	0,5	0,6	1,4	3	7	11	20	45	110	170	290	600
100	0,1	0,2	0,4	0,8	1,8	4	7	12	26	57	90	160	330
200	0,04	0,06	0,08	0,1	0,4	0,7	1,1	2	5	11	17	31	70
	Скорость среднего ветра 75 *км/ч*												
1	320	570	810	1 200	2 200	4 000	5 500	8 500	15 000	27 000	38 000	58 000	91 000
2	140	250	360	560	1 000	1 800	2 600	4 000	7 300	13 000	19 000	29 000	52 000
4	56	100	150	230	430	800	1 100	1 800	3 300	6 100	8 600	13 000	25 000
6	37	66	90	140	260	470	680	1 100	2 000	3 700	5 300	8 300	15 000
8	24	47	67	100	180	330	470	740	1 400	2 600	3 700	5 800	11 000
10	15	33	49	79	140	260	370	560	1 000	1 900	2 700	4 400	8 200
12	12	21	34	58	100	200	300	470	830	1 500	2 400	3 400	6 600
14	10	19	26	43	80	160	250	370	720	1 200	1 900	2 900	5 400
16	8,6	16	23	36	68	130	210	300	620	1 000	1 600	2 500	4 700
20	6	12	17	27	48	90	140	240	470	860	1 200	2 000	3 700
25	4	8	12	20	37	68	95	150	330	600	950	1 400	2 700
30	2,7	5,7	8,7	15	29	55	78	120	250	470	720	1 100	2 100
40	1,7	3,2	5	8,5	18	35	52	86	160	340	500	800	1 500
60	0,7	1,2	2	3,6	8	17	25	43	90	170	220	390	700
80	0,3	0,7	0,8	1,9	4	9	14	24	49	85	160	240	550
100	0,2	0,4	0,5	1	2,4	5	9	15	32	68	100	180	360
200	0,03	0,08	0,1	0,2	0,5	1	1,6	3	7	14	23	41	88

Таблица III-10

Максимальная концентрация радиоактивных веществ в приземном слое воздуха в период формирования следа облака взрыва (скорость среднего ветра 50 *км/ч*), *мккюри/л*

Расстояние от центра взрыва, *км*	Мощность взрыва, тыс. *т*												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
1	580	850	1 100	1 500	2 500	3 200	4 200	6 000	10 000	13 000	17 800	23 000	38 000
2	190	300	380	540	1 300	1 300	1 700	2 400	3 800	5 400	7 200	10 000	15 000
3	100	170	220	300	480	700	1 000	1 300	2 100	3 200	4 300	6 000	10 000
5	46	70	90	130	200	320	420	630	910	1 600	2 000	2 900	4 200
10	11	17	23	30	54	80	110	160	230	460	500	960	1 100
20	1,9	3,2	4,4	6,3	10	18	24	33	48	100	130	200	380
50	0,084	0,18	0,24	0,25	0,7	1,3	1,9	2,8	5	8	11	18	27
100	0,006	0,011	0,016	0,03	0,055	0,1	0,15	0,25	0,47	0,9	1,3	2,2	3,5
200	—	—	—	—	0,0039	0,006	0,011	0,019	0,038	0,07	0,1	0,17	0,31

Примечание. Вблизи центра взрыва значительную долю выпадающих на местность радиоактивных частиц составляют крупные частицы, которые не следуют за воздушными потоками и практически не могут попасть в органы дыхания и воздухозаборные устройства; учет доли активности таких частиц производится по специальной методике.

скатах возвышенностей наблюдаются более высокие уровни радиации, а на противоположных скатах — меньшие, чем на равнинной местности. На небольших возвышенностях (высотой 30—70 *м*) уровень радиации на переднем скате может увеличиться, а на обратном уменьшиться в 1,8—2 раза. На дне канав, воронок и других углублений доза может быть до двух раз меньше, чем на равнинной открытой местности. Значительно большая неравномерность степени радиоактивного заражения местности может наблюдаться в горных районах.

Знание особенностей радиоактивного заражения на пересеченной местности позволяет выбрать маршрут движения или участок местности для расположения подразделения так, что полученная личным составом доза радиации будет на 20—30%, а иногда и на 50% меньше дозы на равнинной местности.

Лесные массивы. Уровни радиации в лесных массивах, как правило, в два — три раза меньше, чем на безлесной местности. Это объясняется тем, что выпадающая из облака взрыва радиоактивная пыль распределяется по объему крон деревьев, а излучение частично экранируется деревьями.

§ 11. Электромагнитный импульс

Причины возникновения электромагнитного импульса. В главе II указывалось, что при ядерном взрыве испускается огромное количество мгновенных гамма-квантов и нейтронов. Часть из них поглощается оболочкой боеприпаса, а остальные выходят в окружающую среду и взаимодействуют с ее атомами.

При взаимодействии гамма-квантов с атомами среды последним сообщается импульс энергии, небольшая доля которой тратится на ионизацию атома, а основная — на сообщение поступательного движения электронам и ионам, образовавшимся в результате ионизации. Ввиду того что электрону сообщается значительно больше энергии, чем иону, а также вследствие большой разницы в массе, электроны обладают более высокой скоростью по сравнению с ионами. Можно считать, что ионы практически остаются на месте, а электроны удаляются от них со скоростями, близкими к скорости света. Эти электроны принято называть первичными. Первичные (быстрые) электроны движутся в радиальном направлении от центра взрыва и образуют радиальные электрические токи и поля (рис. III-37), быстро нарастающие во времени.

Обладая большой энергией, быстрые электроны производят дальнейшую ионизацию среды. Каждый быстрый электрон способен образовать до 30 000 вторичных (медленных) электронов и положительных ионов. Под действием электрического поля, созданного первичными электронами и ионами, вторичные электроны начинают двигаться к центру взрыва, т. е. противоположно направлению движения быстрых электронов, и вместе со вторичными по-

ложительными ионами создают электрические поля и токи, компенсирующие первоначальные электрические поля и токи.

Поскольку скорость движения вторичных электронов намного меньше скорости первичных электронов, процесс компенсации первичных электрических полей и токов длится значительно дольше, чем процесс их возникновения. В результате указанных процессов в воздухе возникают кратковременные результирующие электриче-

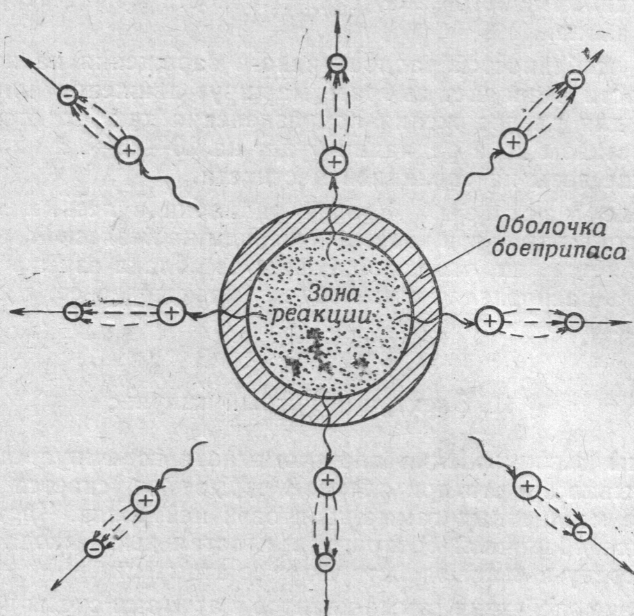


Рис. III-37. Возникновение первичных электрических полей и токов в результате взаимодействия гамма-квантов с атомами среды

ские и магнитные поля, которые и представляют собой электромагнитный импульс ядерного взрыва (сокращенно ЭМИ).

Нейтроны, прошедшие через оболочку ядерного боеприпаса, захватываются атомами азота воздуха, создавая при этом захватное гамма-излучение. Захватное гамма-излучение взаимодействует с атомами среды аналогично мгновенному гамма-излучению и способствует поддержанию электрических полей и токов; оно длится несколько десятых долей секунды после взрыва и является поэтому одним из основных факторов, определяющих длительность электромагнитных явлений, сопровождающих ядерный взрыв.

Процессы взаимодействия гамма-квантов, нейтронов и быстрых электронов со средой совершаются не по всем направлениям одинаково: всегда существуют направления, по которым они идут менее энергично или охватывают меньший объем пространства. Это различие может проистекать из-за несимметричности конструкции

ядерного боеприпаса, неоднородной плотности воздуха в окружающем ядерный боеприпас пространстве, наличия поверхности земли на пути распространения гамма-лучей и нейтронов, влияния на направление движения электронов электрического и магнитного полей Земли и т. д. Вследствие этих причин электромагнитные поля теряют свою сферическую симметрию и приобретают определенную направленность. Например, при наземном взрыве электрическое поле у поверхности земли направлено преимущественно вертикально.

Среди других факторов, вызывающих появление электромагнитного импульса ядерного взрыва, можно назвать такие, как осколочное гамма-излучение, электрические явления, возникающие в результате нагрева грунта в эпицентре взрыва, непосредственная электризация грунта, металлических предметов, проводов, кабелей при облучении их потоками нейтронов и гамма-квантов и целый ряд других. В зависимости от условий, в которых осуществляется ядерный взрыв, вклад каждого из процессов в образование ЭМИ, естественно, меняется; вследствие этого меняются и параметры электромагнитного импульса.

Основные параметры электромагнитного импульса. Основными параметрами электромагнитного импульса, определяющими его поражающее действие, являются характер изменения напряженности электрического и магнитного полей во времени (форма импульса) и величина максимальной напряженности поля (амплитуда импульса).

Электромагнитный импульс наземного ядерного взрыва на расстоянии до нескольких километров от центра взрыва представляет собой одиночный сигнал с крутым передним фронтом и длительностью в несколько десятков миллисекунд. Энергия ЭМИ распределена в широком диапазоне частот от десятков герц до нескольких мегагерц. Однако высокочастотная часть спектра содержит незначительную долю энергии импульса; основная же часть его энергии приходится на частоты до 30 *кгц*.

Амплитуда электромагнитного импульса в указанной зоне может достигать очень больших величин, составляя в воздухе тысячи вольт на метр для взрывов боеприпасов малого калибра и десятки тысяч вольт на метр для взрывов боеприпасов крупного калибра. В грунте амплитуда ЭМИ может доходить соответственно до сотен и тысяч вольт на метр.

Поскольку амплитуда электромагнитного импульса быстро уменьшается с увеличением расстояния, ЭМИ наземного ядерного взрыва является поражающим фактором только на расстоянии нескольких километров от центра взрыва; на бóльших расстояниях он оказывает только кратковременное мешающее воздействие на работу радиотехнической аппаратуры.

Для низкого воздушного взрыва параметры электромагнитного импульса в основном остаются такими же, как и для наземного

взрыва, но с увеличением высоты взрыва амплитуда импульса уменьшается.

Амплитуда электромагнитного импульса подземного и подводного взрывов значительно меньше амплитуды ЭМИ при взрывах в атмосфере, поэтому поражающее действие его при подземном и подводном взрывах практически не проявляется.

ВОПРОСЫ

1. Начертите график изменения давления в фиксированной точке пространства при прохождении ударной волны Укажите на графике момент прохождения фронта волны, фазу сжатия и фазу разрежения.

2. Сформулируйте закон подобия при взрывах. Назовите, какие задачи можно решать с помощью этого закона.

3. В чем различие в характере распространения ударной волны при наземном и воздушном ядерных взрывах? Что такое головная ударная волна?

4. Как изменяется поражающее действие ударной волны с изменением высоты взрыва?

5. Рассмотрите процесс взаимодействия ударной волны с наземным сооружением и укажите, какие при этом возникают нагрузки.

6. Что такое волна сжатия и чем она отличается от воздушной ударной волны?

7. Что называется световым импульсом и в каких единицах он выражается?

8. Какова роль прямого и рассеянного излучений в поражающем действии светового излучения ядерного взрыва?

9. Какие предметы могут служить защитой от светового излучения?

10. Как влияют свойства материала (теплопроводность, теплоемкость, цвет, прозрачность) на степень его повреждения световым излучением?

11. Что представляет собой проникающая радиация и сколько времени продолжается ее действие на объект?

12. В результате каких процессов происходит ослабление гамма-излучения и нейтронов ядерного взрыва при распространении их в воздухе? Как влияет ударная волна на распространение гамма-излучения?

13. Что такое рентген и биологический эквивалент рентгена? В каких единицах измеряется суммарная доза проникающей радиации?

14. Какие материалы лучше ослабляют гамма-излучение, а какие — нейтроны? Приведите значения слоев половинного ослабления для грунта, дерева, бетона, брони.

15. Во сколько раз ослабляют поток проникающей радиации траншеи, блиндажи, убежища? Какую защиту от проникающей радиации дают рельеф местности и лес?

16. В чем заключаются особенности радиоактивного заражения как поражающего фактора?

17. Какие источники обусловливают радиоактивное заражение местности?

18. От чего зависят характер и степень радиоактивного заражения местности в районе взрыва?

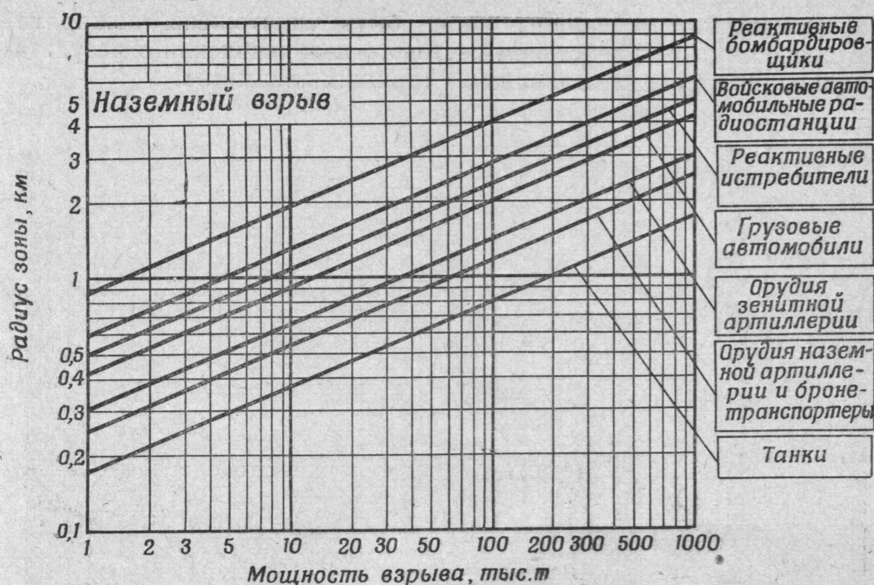
19. Какими единицами измеряется степень радиоактивного заражения местности, поверхностей объектов и воздуха?

20. От каких факторов зависят конфигурация и размеры следа радиоактивного облака и степень заражения местности на следе?

21. Дайте определение электромагнитного импульса ядерного взрыва.

22. Каковы физические причины возникновения электромагнитного импульса при ядерном взрыве?

23. Назовите основные параметры электромагнитного импульса.



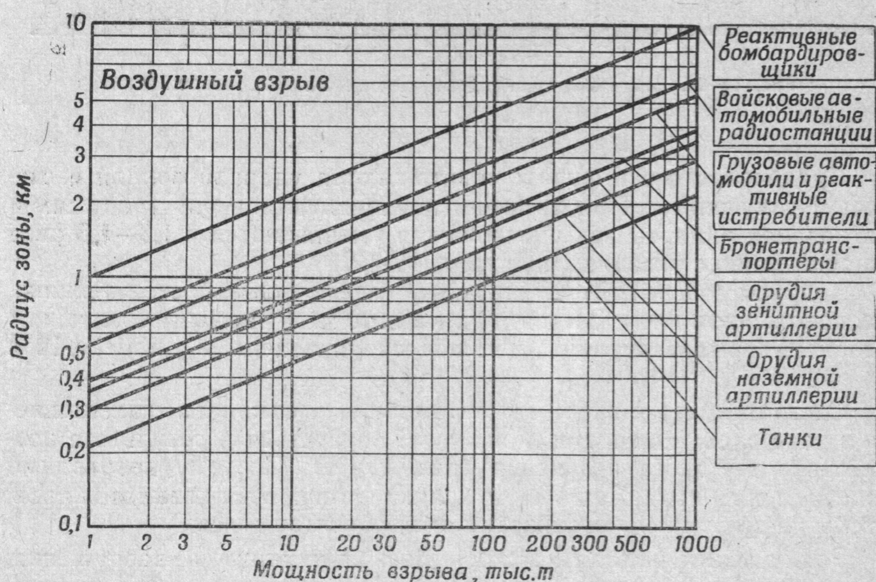


Рис. IV-14. График для определения радиусов зон выхода из строя некоторых видов боевой техники при наземном и воздушном ядерных взрывах

Таблица IV-12

Радиусы зон выхода из строя боевой техники и вооружения при ядерных взрывах, *км*

Наименование боевой техники и вооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Ракетная и авиационная техника														
Баллистические ракеты оперативно-тактического назначения	Н	0,6	0,75	0,86	1	1,3	1,6	1,85	2,2	2,8	3,5	4	4,75	6
	В	0,68	0,86	0,98	1,15	1,45	1,85	2,1	2,5	3,15	4	4,6	5,4	6,8
Крылатые ракеты оперативно-тактического назначения и реактивные истребители	Н	0,5	0,63	0,72	0,85	1,1	1,35	1,55	1,85	2,3	2,9	3,35	4	5
	В	0,54	0,68	0,78	0,92	1,15	1,5	1,7	2	2,5	3,15	3,6	4,3	5,4
Реактивные бомбардировщики и реактивные транспортные самолеты	Н	0,88	1,1	1,25	1,5	1,9	2,4	2,75	3,25	4,1	5,15	5,9	7	8,8
	В	1	1,25	1,45	1,7	2,15	2,7	3,1	3,65	4,6	5,8	6,65	7,85	10
Поршневые транспортные самолеты, самолеты связи и вертолеты	Н	1,4	1,75	2	2,4	3	3,8	4,35	5,15	6,5	8,2	9,4	11	14
	В	1,6	2	2,3	2,75	3,45	4,35	5	5,9	7,4	9,35	10,5	12,5	16
Артиллерийское вооружение														
Орудия наземной и атомной артиллерии	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Орудия зенитной артиллерии	Н	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Минометы	Н	0,23	0,29	0,33	0,39	0,49	0,62	0,7	0,84	1,05	1,35	1,5	1,8	2,3
	В	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5

Наименование боевой техники и вооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Бронетанковая и автотракторная техника														
Тяжелые и средние танки	Н	0,17	0,21	0,24	0,28	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,7
	В	0,21	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1	1,25	1,45	1,7	2,1
Легкие танки и самоходно-артиллерийские установки	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Бронетранспортеры	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,38	0,48	0,55	0,65	0,82	1,05	1,2	1,4	1,75	2,25	2,55	3	3,8
Грузовые автомобили и автоцистерны	Н	0,42	0,53	0,61	0,72	0,9	1,15	1,3	1,55	1,95	2,45	2,8	3,35	4,2
	В	0,54	0,68	0,78	0,92	1,15	1,5	1,7	2	2,5	3,15	3,6	4,3	5,4
Автобусы и специальные автомобили с кузовами автобусного типа	Н	0,6	0,75	0,86	1	1,3	1,6	1,85	2,2	2,8	3,5	4	4,75	6
	В	0,63	0,79	0,91	1,1	1,35	1,7	1,95	2,3	2,9	3,7	4,2	5	6,3
Гусеничные тракторы	Н	0,34	0,43	0,49	0,58	0,73	0,92	1,05	1,25	1,6	2	2,3	2,7	3,4
	В	0,39	0,49	0,56	0,67	0,84	1,05	1,2	1,45	1,8	2,3	2,6	3,1	3,9
Гусеничные артиллерийские тягачи	Н	0,4	0,5	0,57	0,68	0,85	1,1	1,25	1,45	1,85	2,3	2,65	3,15	4
	В	0,51	0,64	0,73	0,87	1,1	1,4	1,6	1,9	2,35	3	3,4	4,05	5,1
Стрелковое оружие и гранатометы														
Винтовки, карабины, автоматы, ручные пулеметы и ручные гранатометы	Н	0,26	0,33	0,38	0,45	0,57	0,71	0,82	0,97	1,2	1,55	1,75	2,1	2,6
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3

Наименование боевой техники и вооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Станковые и крупнокалиберные пулеметы	Н	0,35	0,44	0,5	0,6	0,75	0,95	1,1	1,3	1,65	2,05	2,35	2,8	3,5
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Станковые гранатометы	Н	0,4	0,5	0,57	0,68	0,85	1,1	1,25	1,45	1,85	2,3	2,65	3,15	4
	В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Радиолокационная техника и средства связи														
Радиолокационные станции орудийной наводки	Н	0,43	0,54	0,62	0,73	0,93	1,15	1,35	1,6	2	2,5	2,9	3,4	4,3
	В	0,5	0,63	0,72	0,85	1,1	1,35	1,55	1,85	2,3	2,9	3,35	4	5
Войсковые автомобильные радиостанции	Н	0,6	0,75	0,86	1	1,3	1,6	1,85	2,2	2,8	3,5	4	4,75	6
	В	0,63	0,79	0,91	1,1	1,35	1,7	1,95	2,3	2,9	3,7	4,2	5	6,3
Переносные радиостанции	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Телефонно-телеграфная аппаратура	Н	0,32	0,4	0,46	0,55	0,69	0,87	1	1,2	1,5	1,85	2,15	2,55	3,2
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Постоянные воздушные линии связи	Н	0,31	0,39	0,44	0,53	0,66	0,84	0,96	1,15	1,45	1,8	2,05	2,45	3,1
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Шестовые линии связи	Н	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
	В	0,54	0,68	0,78	0,92	1,15	1,5	1,7	2	2,5	3,15	3,6	4,3	5,4
Наземные кабельные линии	Н	0,4	0,5	0,57	0,68	0,85	1,1	1,25	1,45	1,85	2,3	2,65	3,15	4
	В	0,51	0,64	0,73	0,87	1,1	1,4	1,6	1,9	2,35	3	3,4	4,05	5,1

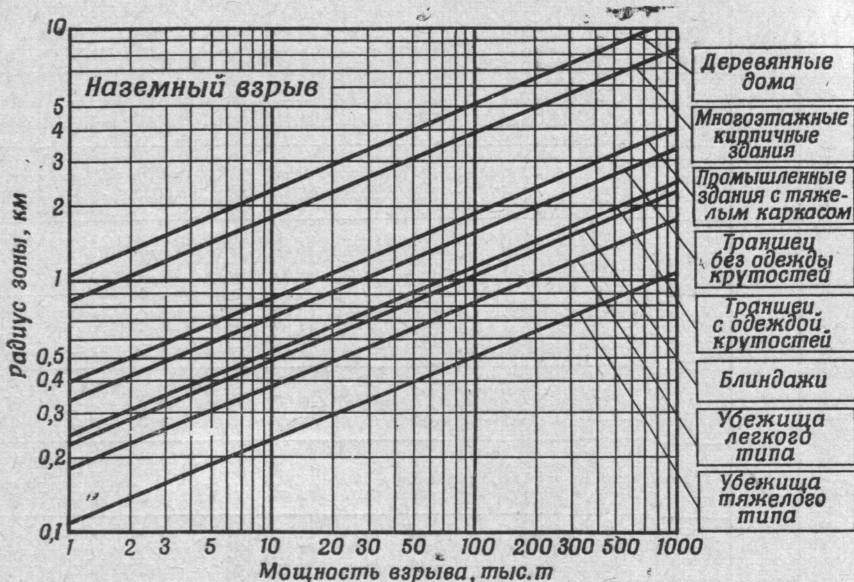
Наименование боевой техники и вооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Имущество войск														
Металлическая тара с горючим и смазочными материалами	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Деревянная тара со смазочными материалами	Н	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Продовольствие и фураж в мягкой таре и фанерных ящиках	Н	0,34	0,43	0,49	0,58	0,73	0,92	1,05	1,25	1,6	2	2,3	2,7	3,4
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Продовольствие и фураж в деревянных бочках	Н	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Продовольствие и фураж в металлических бочках	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3

Таблица IV-13

Радиусы зон выхода из строя при ядерных взрывах жилых зданий, промышленных сооружений, сетей коммунального хозяйства, подвальных убежищ и мостов, *км*

Наименование сооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Многоэтажные кирпичные здания	Н	0,84	1,05	1,2	1,45	1,8	2,3	2,6	3,1	3,9	4,9	5,65	6,7	8,4
	В	0,95	1,2	1,35	1,6	2	2,6	3	3,5	4,4	5,5	6,35	7,55	9,5
Малоэтажные кирпичные здания	Н	0,69	0,87	1	1,2	1,5	1,85	2,15	2,55	3,2	4	4,6	5,5	6,9
	В	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	2	2,35	2,8	3,5	4,4	5	6	7,5
Деревянные дома	Н	1,1	1,4	1,6	1,9	2,4	3	3,4	4,05	5,2	6,45	7,35	8,7	11
	В	1,4	1,75	2	2,4	3	3,8	4,35	5,15	6,5	8,2	9,4	11	14
Промышленные здания с тяжелым металлическим и железобетонным каркасом	Н	0,4	0,5	0,57	0,68	0,85	1,1	1,25	1,45	1,85	2,3	2,65	3,15	4
	В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Промышленные здания с легким металлическим каркасом и здания бескаркасной конструкции	Н и В	0,54	0,68	0,78	0,92	1,15	1,5	1,7	2	2,5	3,15	3,6	4,3	5,4
Подвальные убежища для населения (типа убежищ III класса)	Н	0,17	0,21	0,24	0,28	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,7
	В	0,11	0,14	0,16	0,2	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,9	1,1
Сети коммунального хозяйства (водопровод, канализация, газопровод)	Н	0,1	0,13	0,14	0,17	0,22	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1
	В	0,07	0,09	0,1	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,32	0,4	0,46	0,54	0,7

Наименование сооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Деревянные низководные мосты	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Наплавные мосты из табельных парков и паромы	Н	0,27	0,35	0,4	0,47	0,59	0,75	0,85	1	1,25	1,6	1,85	2,2	2,7
	В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Металлические мосты с длиной пролета 30—45 *м*	Н	0,23	0,29	0,33	0,39	0,49	0,62	0,7	0,84	1,05	1,35	1,5	1,8	2,3
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Металлические мосты с длиной пролета 100 *м* и более	Н	0,31	0,39	0,44	0,53	0,66	0,84	0,96	1,15	1,45	1,8	2,05	2,45	3,1
	В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Железобетонные мосты с длиной пролета 20 *м*	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,19	0,24	0,27	0,32	0,4	0,5	0,58	0,68	0,86	1,1	1,25	1,5	1,9
Подвижной железнодорожный состав	Н	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
	В	0,39	0,49	0,56	0,67	0,84	1,05	1,2	1,45	1,8	2,3	2,6	3,1	3,9



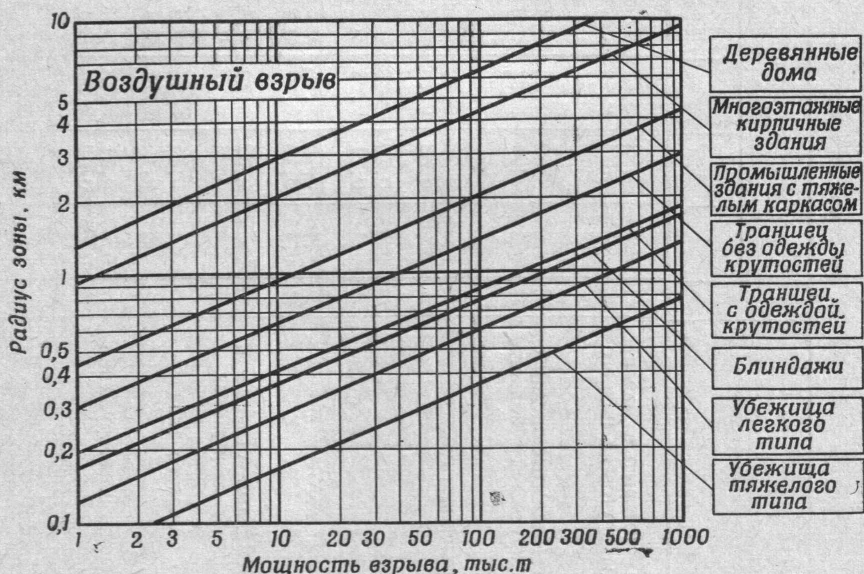


Рис. IV-25. График для определения радиусов зон выхода из строя промышленных, гражданских зданий и фортификационных сооружений при наземном и воздушном ядерных взрывах

Таблица IV·14

Радиусы зон выхода из строя при ядерных взрывах фортификационных сооружений, *км*

Наименование сооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Траншеи (открытые щели) без одежды крутостей полного профиля	Н	0,34	0,43	0,49	0,58	0,73	0,92	1,05	1,25	1,6	2	2,3	2,7	3,4
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Траншеи (открытые щели) с одеждой крутостей полного профиля	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,19	0,24	0,27	0,32	0,4	0,5	0,58	0,68	0,86	1,1	1,25	1,5	1,9
Перекрытые щели	Н	0,31	0,39	0,44	0,53	0,66	0,84	0,96	1,15	1,45	1,8	2,05	2,45	3,1
	В	0,26	0,33	0,38	0,45	0,57	0,71	0,82	0,97	1,2	1,55	1,75	2,1	2,6
Блиндажи	Н	0,23	0,29	0,33	0,39	0,49	0,62	0,7	0,84	1,05	1,35	1,5	1,8	2,3
	В	0,17	0,21	0,24	0,28	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,7
Убежища легкого типа	Н	0,18	0,23	0,26	0,31	0,39	0,49	0,56	0,66	0,83	1,05	1,2	1,45	1,8
	В	0,13	0,16	0,18	0,22	0,27	0,35	0,4	0,47	0,59	0,74	0,85	1	1,3
Дерево-земляные огневые и наблюдательные сооружения	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,19	0,24	0,27	0,32	0,4	0,5	0,58	0,68	0,86	1,1	1,25	1,5	1,9
Убежища тяжелого типа	Н	0,11	0,14	0,16	0,2	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,9	1,1
	В	0,08	0,1	0,11	0,13	0,17	0,21	0,24	0,29	0,36	0,46	0,52	0,61	0,8
Долговременные сооружения	Н	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,24	0,27	0,32	0,4	0,51	0,58	0,69	0,9
	В	0,06	0,08	0,09	0,1	0,12	0,16	0,19	0,22	0,26	0,35	0,4	0,48	0,6

Размеры воронки зависят от мощности взрыва и свойств грунта. Диаметр и глубина воронки, образующейся в мягких грунтах (суглинок, супесь), приведены в табл. IV-15; в скальных грунтах (песчаник, известняк, гранит) размеры воронки уменьшаются примерно в 1,2 раза.

Таблица IV-15

Размеры воронки в мягких грунтах при наземном взрыве, *м*

Мощность взрыва, тыс. *т*	Размеры воронки		Мощность взрыва, тыс. *т*	Размеры воронки	
	диаметр	глубина		диаметр	глубина
1	34	5	50	105	16
2	40	6	100	130	19
3	46	7	200	160	24
5	54	8	300	180	27
10	66	10	500	220	35
20	80	12	1000	260	40
30	90	14			

Вблизи центра взрыва поверхностный слой земли оплавляется, превращаясь в стекловидный шлак.

На значительных расстояниях от центра взрыва наблюдаются вспучивания и трещины в грунте. Вспучивания и трещины в мягких грунтах образуются в результате выхода на поверхность земли волны, отраженной от подстилающих эти грунты скальных пород. При выходе отраженной волны на поверхность образуется волна разрежения и в грунте возникают растягивающие усилия, приводящие к отколу его верхнего слоя.

При воздушном взрыве воронка в грунте не образуется, однако разрыхление и вспучивание грунта выражены более сильно.

Ядерный взрыв оказывает сильное воздействие также и на лесные массивы (рис. IV-27). В результате действия воздушной ударной волны лес может быть полностью или частично уничтожен на больших расстояниях от центра (эпицентра) взрыва. При этом в районе взрыва образуется зона, лишенная всякой растительности, а за ней — зоны сплошных и частичных завалов, являющихся серьезным препятствием для передвижения войск. В этих зонах деревья оказываются поваленными, стволы их сломанными у самого основания или вырванными из земли с корнями. В районе эпицентра воздушного взрыва может сохраниться часть деревьев, с которых полностью срывается крона.

Степень повреждения леса зависит от породы и возраста деревьев: дуб, например, менее устойчив к воздействию ударной волны, чем осина и сосна; спелый лес разрушается на бо́льших расстояниях от эпицентра взрыва, чем молодой.

Таблица IV-16

Ориентировочные размеры зон разрушения спелого леса при ядерных взрывах, *км*

Название зоны	Размер зоны	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*												
			1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Зона полного разрушения	Радиус	Н	0,4	0,5	0,57	0,7	0,85	1,1	1,25	1,4	1,8	2,3	2,65	3,1	4
		В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Зона сплошных завалов (разрушена большая часть деревьев — около 60%)	Радиус	Н	0,5	0,63	0,72	0,85	1,1	1,4	1,55	1,8	2,3	2,9	3,35	4	5
	Ширина		0,1	0,13	0,15	0,15	0,25	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1
	Радиус	В	0,55	0,7	0,8	0,95	1,2	1,5	1,7	2	2,6	3,2	3,7	4,4	5,5
	Ширина		0,1	0,13	0,15	0,18	0,23	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1
Зона частичных завалов (разрушено около 30% деревьев)	Радиус	Н	0,7	0,9	1	1,2	1,5	1,9	2,1	2,6	3,2	4,1	4,6	5,6	7
	Ширина		0,2	0,27	0,28	0,35	0,4	0,5	0,55	0,8	0,9	1,2	1,25	1,6	2
	Радиус	В	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	2	2,35	2,8	3,5	4,4	5	6	7,5
	Ширина		0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,65	0,8	0,9	1,2	1,3	1,6	2

Примечание. На 1 $м^2$ зоны сплошных завалов количество разрушенной древесины составляет примерно 0,02 $м^3$, а в зоне частичных завалов — 0,01 $м^3$. Количество разрушенной древесины в молодом лесу уменьшается в два раза.

Таблица IV-17

Ориентировочные размеры зон возникновения пожаров в смешанном лесу в сухую погоду, *км*

Наименование зоны	Размер зоны	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. *т*												
			1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Зона сплошных пожаров	Радиус внешней границы	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	2,8	3,4	4,4
		В	0,55	0,7	0,8	1	1,3	1,7	2	2,4	3,2	4	4,7	5,7	7,2
	Радиус внутренней границы	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3	2,7	3,1	4
		В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
	Ширина зоны	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	0,3	0,4
		В	0,1	0,13	0,15	0,23	0,33	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,1	2,7
Зона отдельных пожаров	Радиус внешней границы	Н	0,7	0,9	1,05	1,3	1,7	2,1	2,4	2,9	3,6	4,7	5,4	6,5	8,3
		В	1,1	1,4	1,6	1,9	2,5	3,2	3,6	4,2	5,5	7,2	8,2	10	12
	Радиус внутренней границы	Н	0,4	0,5	0,57	0,7	0,85	1,1	1,25	1,4	1,8	2,6	3	3,45	4,4
		В	0,55	0,7	0,82	1	1,3	1,7	2	2,4	3,2	4	4,6	5,6	7,2
	Ширина зоны	Н	0,3	0,4	0,48	0,6	0,85	1	1,15	1,5	1,8	2,1	2,4	3,05	3,9
		В	0,55	0,7	0,78	0,9	1,2	1,5	1,6	1,8	2,3	3,2	3,6	4,4	4,8

Примечание. Прочерки означают, что зона сплошных пожаров не образуется вследствие полного разрушения леса воздушной ударной волной.

пожаров примерно в 1,2 раза меньше, а в лиственном — во столько же больше, чем в смешанном лесу. При дожде пожары в лесу практически не возникают.

§ 22. Поражающее действие электромагнитного импульса и способы защиты от него

В результате воздействия электромагнитного импульса на проводные и кабельные линии в них наводятся электрические напряжения. Под действием этих напряжений может происходить пробой изоляции кабелей, повреждение входных элементов аппаратуры, подключенной к воздушным и подземным линиям (пробой трансформаторов связи, выход из строя разрядников, поломка подвижных частей электромеханических реле малой мощности, порча полупроводниковых приборов, конденсаторов, сопротивлений и т. д.), а также выгорание плавких вставок, включенных в линии для защиты аппаратуры.

Наиболее подвержены воздействию ЭМИ ядерного взрыва системы связи, сигнализации и управления. Применяемые в этих системах кабели и аппаратура имеют электрическую прочность по постоянному напряжению не более 2—4 *кв*. Учитывая, что ЭМИ ядерного взрыва является кратковременным, предельную электрическую прочность оборудования этих систем без средств защиты можно считать более высокой — примерно 8—10 *кв*.

Таблица IV-18

Ориентировочные расстояния, *км*, на которых напряжение, наводимое на антеннах и воздушных кабельных линиях, превышает 10 и 50 *кв*

Мощность взрыва, тыс. *т*	Наводимое напряжение, *кв*	
	более 10	более 50
1	2	1
10	2,5	1,3
100	3	1,5
1000	3,3	1,7

Таблица IV-19

Ориентировочные расстояния, *км*, на которых напряжение, наводимое на подземных кабельных линиях, превышает 10 и 50 *кв*

Мощность взрыва, тыс. *т*	Наводимое напряжение, *кв*	
	более 10	более 50
1	1,1	0,4
10	1,6	0,6
100	2	0,7
1000	2,4	0,9

В табл. IV-18 и IV-19 приведены расстояния, на которых в антеннах и кабельных линиях в момент ядерного взрыва наводятся опасные для аппаратуры напряжения. На больших расстояниях воздействие ЭМИ оказывается аналогичным воздействию не очень далекого разряда молнии и не вызывает повреждения аппаратуры.

Если в пределах зон, указанных в табл. IV-18 и IV-19, будут

проходить протяженные линии, то возникающие в них напряжения распространяются на многие километры за пределы зоны и могут повреждать входные цепи аппаратуры на удаленных участках линий.

Линии электропередачи и их оборудование в большинстве случаев рассчитываются на напряжение, измеряемое десятками и сотнями киловольт. Поэтому они являются более стойкими к воздействию ЭМИ ядерного взрыва, чем системы связи, сигнализации и управления.

Наибольшую опасность электромагнитный импульс представляет для аппаратуры особо прочных сооружений, выдерживающих большие механические нагрузки от действия ударной волны ядерного взрыва. В этих сооружениях ЭМИ может вывести из строя всю незащищенную аппаратуру систем сигнализации и управления. Наибольшей величины достигают напряжения, наводимые между проводом и землей, поэтому все наружные линии связи, управления и сигнализации должны быть двухпроводными, хорошо изолированными от земли. Напряженность электромагнитного поля внутри сооружений недостаточна для того, чтобы вывести из строя аппаратуру, однако такое поле в состоянии вызвать кратковременный сбой работы радиотехнических устройств.

Воздействие электромагнитного импульса на аппаратуру, наружные и внутренние линии резко снижается в случае **применения специальных мер защиты.**

Наиболее эффективным способом защиты радиоэлектронной аппаратуры, расположенной в сооружениях, является использование электропроводящих (металлических) экранов, которые в значительной мере снижают величины напряжений, наводимых на внутренних проводах и кабелях.

Для защиты аппаратуры, подключенной к протяженным наружным линиям, рекомендуются следующие меры (рис. IV-28).

Использование симметричных двухпроводных линий. В двухпроводной линии величины напряжений между проводами определяются в основном различием емкости каждого провода (емкостной асимметрией) относительно земли. Симметрирование линий по емкости позволяет снизить в десятки и сотни раз разность напряжения между проводами по сравнению с напряжением относительно земли. Однако необходимо учитывать, что в двухпроводной линии напряжение относительно земли будет столь же высоким, как и в однопроводной цепи.

Применение экранированных кабелей или прокладка кабелей в металлических трубах. Более рациональным при этом является использование кабелей с высоким коэффициентом экранирования и высокой электрической и механической прочностью, так как прокладка кабелей значительной протяженности в трубах приводит к большим трудностям.

Применение средств защиты, аналогичных грозозащитным средствам: разрядников с дренажными и за-

пирающими катушками, плавких вставок, развязывающих устройств, схем автоматического отключения аппаратуры от линии. При выборе защитных устройств следует учитывать, что воздействие ЭМИ характеризуется массовостью, т. е. одновременным срабатыванием защитных средств во всех цепях, оказавшихся в районе взрыва. Поэтому применяемые схемы защиты должны автоматически восстанавливать работоспособность цепей немедленно после прекращения действия ЭМИ.

Поскольку наведенные напряжения могут распространяться по кабельным и воздушным линиям на десятки километров и вызывать повреждение аппаратуры далеко за пределами района взрыва, входные цепи аппаратуры должны быть защищены указанными выше способами во всех случаях и даже тогда, когда взрыв в районе данного объекта не ожидается.

Устойчивость аппаратуры к воздействию напряжений, возникающих в линиях при ядерном взрыве, в сильной степени зависит от правильной эксплуатации линий и тщательного контроля исправности средств защиты. К важным требованиям эксплуатации относится периодическая и своевременная проверка электрической прочности изоляции линий и входных цепей аппаратуры, своевременное выявление и устранение возникших заземлений проводов, контроль исправности разрядников, плавких вставок и т. п.

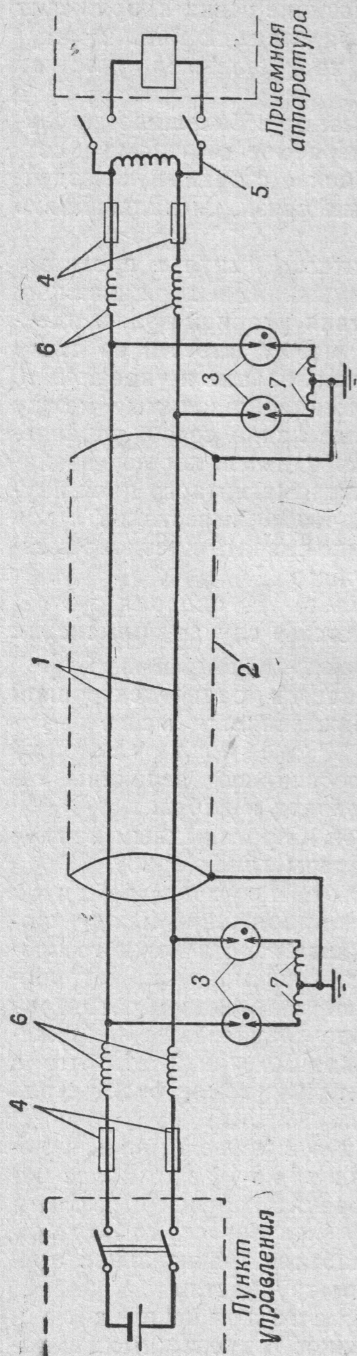


Рис. IV-28. Меры защиты аппаратуры линий связи, управления и сигнализации от воздействия электромагнитного импульса:

1 — двухпроводная линия; *2* — экран кабеля; *3* — разрядники; *4* — плавкие вставки с автоматическим восстановлением; *5* — устройство, отключающее аппаратуру в нерабочий период; *6* — запирающие катушки; *7* — дренажные катушки

§ 23. Особенности поражающего действия ядерных взрывов мощностью менее 1 тыс. *т*

При взрывах мощностью менее 1 тыс. *т* (боеприпасы сверхмалого калибра) основным поражающим фактором, определяющим выход из строя личного состава, расположенного вне укрытий, в танках и открытых фортификационных сооружениях, является проникающая радиация; действие на личный состав ударной волны и светового излучения проявляется на меньших расстояниях от эпицентра взрыва. Размеры зон радиоактивного заражения местности при этих взрывах также невелики, поэтому при преодолении их личный состав, как правило, не получит доз радиации, выводящих его из строя.

Радиусы зон выхода из строя личного состава, расположенного в фортификационных сооружениях закрытого типа, как и при взрывах большей мощности, зависят от прочности этих сооружений и определяются радиусами их средних разрушений ударной волной.

Результаты взрывов ядерных боеприпасов мощностью менее 1 тыс. *т*. будут использоваться войсками, как правило, немедленно после нанесения ударов по объектам противника, так как эти взрывы осуществляются в основном в интересах частей и подразделений. Поэтому эффективность поражающего действия таких взрывов целесообразно оценивать не только радиусами, характеризующими поражение людей в течение первых суток, но и радиусами зон немедленного выхода из строя личного состава, т. е. в течение нескольких десятков минут после взрыва. Величина дозы проникающей радиации, вызывающая немедленный выход из строя личного состава, равна нескольким тысячам рентгенов.

Радиусы зон выхода из строя личного состава при взрывах мощностью менее 1 тыс. *т* приведены в табл. IV-20. Из этой таблицы следует, что радиусы зон немедленного выхода из строя личного состава по сравнению с радиусами зон выхода из строя людей в течение первых суток после взрыва уменьшаются примерно до двух раз.

При взрывах боеприпасов сверхмалого калибра танки, орудия, бронетранспортеры и другие виды боевой техники и вооружения от действия ударной волны с данным избыточным давлением получают более слабые повреждения, чем при взрывах боеприпасов малого, среднего и крупного калибров. Объясняется это тем, что при взрывах мощностью менее 1 тыс. *т* ослабляется метательное действие ударной волны, в связи с чем величина избыточного давления, требующегося для нанесения этим объектам той или иной степени поражения, заметно возрастает.

Величины избыточных давлений, при которых фортификационные сооружения получают разрушения не менее средних, практически такие же, как и при взрывах большей мощности. В связи с

Таблица IV-20

Ориентировочные радиусы, *м*, зон выхода из строя людей, расположенных на открытой местности летом, при взрывах мощностью менее 1 тыс. *т*

Условия расположения людей	Вид взрыва	Мощность взрыва, *т*		
		10	100	500
Немедленный выход из строя (в течение 10—15 *мин* после взрыва)				
Открыто на местности и в бронетранспортерах открытого и закрытого типов	Н	140	290	430
	В	140	290	470
В открытых фортификационных сооружениях	Н	110	230	345
	В	110	230	380
В танках	Н	90	220	330
	В	100	230	340
В перекрытых щелях	Н	55	115	200
	В	45	100	170
В блиндажах	Н	50	105	185
	В	35	80	135
В убежищах легкого типа	Н	40	85	145
	В	30	60	105
В убежищах тяжелого типа	Н	25	50	90
	В	15	40	65
Выход из строя в течение первых суток				
Открыто на местности и в бронетранспортерах открытого и закрытого типов	Н и В	320	550	770
В открытых фортификационных сооружениях и танках	Н и В	230	440	600
В перекрытых щелях	Н и В	100	250	380
В блиндажах и убежищах	Радиусы зон такие же, как и для немедленного выхода из строя			

этим радиусы зон выхода из строя таких сооружений можно принять пропорциональными корню кубическому из мощности взрыва.

Радиусы зон выхода из строя боевой техники, вооружения и фортификационных сооружений при взрывах мощностью менее 1 тыс. *т* приведены в табл. IV-21.

§ 24. Влияние физико-географических условий на поражающее действие ядерных взрывов

Физико-географические условия могут оказать большое влияние на распространение и величину параметров ударной волны, светового излучения и проникающей радиации, а тем самым и на размеры зон поражающего действия ядерного взрыва.

Ориентировочные радиусы, *м*, зон выхода из строя боевой техники, вооружения и фортификационных сооружений при взрывах мощностью менее 1 тыс. *т*

Наименование боевой техники, вооружения и сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, *т*		
		10	100	500
Артиллерийское вооружение				
Орудия наземной артиллерии и минометы	Н	35	95	190
	В	40	110	210
Орудия зенитной артиллерии	Н	40	110	220
	В	50	135	270
Тяжелые безоткатные орудия типа «Деви Крокет»	Н	70	190	370
	В	75	200	400
Легкие безоткатные орудия типа «Деви Крокет»	Н	55	150	300
	В	70	190	370
Бронетанковая и автотракторная техника				
Тяжелые и средние танки	Н	20	60	125
	В	25	75	150
Легкие танки	Н	35	95	190
	В	40	110	210
Бронетранспортеры	Н	35	95	190
	В	55	140	280
Гусеничные артиллерийские тягачи	Н	55	150	300
	В	70	190	370
Гусеничные тракторы	Н	45	125	250
	В	55	140	280
Грузовые автомобили	Н	60	170	340
	В	70	190	370
Автобусы	Н	90	240	450
	В	100	260	500
Радиолокационная техника и средства связи				
Радиолокационные станции орудийной наводки	Н	60	170	330
	В	70	190	370
Войсковые автомобильные радиостанции	Н	90	240	450
	В	100	260	500
Переносные радиостанции	Н	35	95	190
	В	40	110	210
Стрелковое оружие и гранатометы				
Станковые пулеметы	Н	45	125	250
	В	55	140	280
Станковые гранатометы	Н	55	150	300
	В	70	190	370

Наименование боевой техники, вооружения и сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, т		
		10	100	500
Фортификационные сооружения и мосты				
Траншеи (открытые щели) без одежды крутостей полного профиля	Н	75	160	270
	В	65	140	240
Траншеи (открытые щели) с одеждой крутостей	Н	55	115	200
	В	40	90	150
Блиндажи	Н	50	105	185
	В	35	80	135
Убежища легкого типа	Н	40	85	145
	В	30	60	105
Убежища тяжелого типа	Н	25	50	90
	В	20	40	65
Наплавные мосты из табельных парков	Н	40	110	220
	В	60	170	340
Низководные деревянные мосты	Н	35	95	190
	В	40	110	220

Основными физико-географическими факторами, оказывающими наибольшее влияние на размеры зон поражения, являются метеорологические условия, рельеф местности и лес.

Метеорологические условия по сравнению с другими физико-географическими факторами в наибольшей степени влияют на размеры зон поражения людей. Так, например, при изменении прозрачности воздуха радиусы зон выхода личного состава из строя для взрывов боеприпасов среднего и крупного калибров могут изменяться до 1,5—3 раз. При взрывах боеприпасов малого и сверхмалого калибров изменение прозрачности воздуха на размеры зон поражения людей практически не сказывается, так как радиусы зон выхода из строя людей от действия проникающей радиации будут больше, чем от действия светового излучения и ударной волны. Кроме того, с уменьшением мощности взрыва даже значительное изменение прозрачности воздуха не ведет к заметному изменению радиуса зоны поражения световым излучением.

Большое влияние метеорологические условия оказывают также на размеры зон повреждения ударной волной слабых элементов зданий и сооружений — кровли, оконных переплетов и остекления. Радиусы зон поражающего действия ударной волны на такие элементы летом в жаркую погоду могут уменьшиться по сравнению с расчетными значениями в два — четыре раза, а зимой при температуре воздуха у поверхности земли минус 15—20° примерно во столько же раз увеличиться. В направлении ветра радиусы зоны этих поражений также увеличиваются.

Радиусы зон поражения людей, расположенных открыто на местности и в открытых фортификационных сооружениях, зимой при хорошей видимости меньше, чем летом. Это связано в основ-

Таблица V-2

Ориентировочные значения радиуса и глубины воронки при подземном ядерном взрыве в мягком грунте, *м*

Глубина взрыва и размеры воронки, *м*	Мощность взрыва, *т*								Мощность взрыва, тыс. *т*								
	10	20	30	50	100	200	300	500	1	2	3	5	10	20	30	50	100
Взрыв с максимальным радиоактивным заражением местности ($H = 1{,}5q^{1/3,4}$ *м*)																	
Глубина взрыва	3	3,6	4	4,7	5,8	7	8	9	11	14	16	18	23	27	31	36	44
Радиус воронки	10	13	14	16	20	25	28	32	40	49	55	65	78	95	110	125	150
Глубина воронки . . .	5	6	7	8	10	13	14	17	21	25	28	33	40	49	56	65	80
Взрыв с максимальным выбросом грунта ($H = 5q^{1/3,4}$ *м*)																	
Глубина взрыва	10	12	14	16	19	24	27	31	38	47	52	62	75	91	104	120	150
Радиус воронки	12	15	16	19	23	29	32	38	46	55	65	75	90	110	125	145	180
Глубина воронки . . .	7	9	10	11	14	17	19	22	27	33	37	44	54	65	74	86	105

Таблица V-3

Уровни радиации в районе подземного взрыва через 1 *ч* после взрыва, *р/ч*

Расстояние от эпицентра взрыва, *м*	Мощность взрыва																
	т								тыс. *т*								
	10	20	30	50	100	200	300	500	1	2	3	5	10	20	30	50	100
	Глубина взрыва, *м*																
	3	3,6	4	4,7	6	7	8	9	11	14	16	18	23	27	31	36	44
50	25	83	160	370	1000	2900	5000	10000	25000	63000	Район воронки						
100	2,4	11	24	70	240	800	1300	3500	10000	30000	50000	100000	250000	620000			
200	0,05	0,4	1,1	4,2	21	100	234	640	2300	7700	15000	34000	100000	270000	490000	980000	2500000
300	—	0,02	0,09	0,4	2,8	17	45	150	650	2500	5400	14000	45000	140000	250000	560000	1500000
400	—	—	—	0,05	0,4	3,4	10,5	39	200	940	2100	6000	22000	74000	150000	330000	970000
500	—	—	—	—	0,08	0,7	2,4	11	70	380	940	2800	11000	42000	87000	210000	640000
600	—	—	—	—	0,01	0,2	0,7	3,6	26	150	420	1400	6000	24000	52000	130000	440000
800	—	—	—	—	—	0,01	0,06	0,4	4	31	94	350	1900	8900	21000	57000	210000
1000	—	—	—	—	—	—	—	0,06	0,7	7	23	100	650	3500	8800	26000	110000
1200	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,1	1,7	6,5	32	230	1500	3900	13000	57000
1500	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,2	1	6,1	56	420	1200	4500	23000
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,06	0,5	6,1	62	210	940	5900
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05	0,2	2	9	54	500
4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03	0,08	0,5	4,1	54
5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04	0,4	6,7
6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04	1

Таблица V-4

Уровни радиации на оси следа облака подземного взрыва через 1 *ч* после взрыва, *р/ч*

(Скорость среднего ветра 50 *км/ч*)

Расстояние от эпицентра взрыва, *км*	Мощность взрыва, *т*								Мощность взрыва, тыс. *т*								
	10	20	30	50	100	200	300	500	1	2	3	5	10	20	30	50	100
Глубина взрыва, *м*	3	3,6	4	4,7	6	7	8	9	11	14	16	18	23	27	31	36	44
2	5,6	12	22	34	71	140	210	340	610	1100	1400	2000	3000	4200	5000	6400	12000
4	1,4	3	5	7,5	17	36	56	95	200	405	600	1000	2000	3500	4900	6000	10000
6	0,7	1,4	2	3,3	7,1	16	23	42	88	189	300	500	1000	1900	2900	5000	8600
8	0,5	0,9	1,3	2,1	4	8	12	20	50	100	160	290	610	1200	1900	3100	6100
10	0,4	0,7	1,1	1,6	2,9	5,5	8	14	29	66	100	180	380	810	1200	2100	4300
12	0,3	0,5	0,7	1,3	2	4,2	6,2	10	18	41,5	65	100	260	500	800	1350	2800
14	0,2	0,4	0,6	1	1,6	3,4	5	7,5	16	31,5	50	80	180	400	630	1000	2100
16	0,17	0,35	0,5	0,8	1,4	3	4,4	6	12,3	25	40	60	130	280	460	800	1800
20	0,1	0,2	0,3	0,6	1,1	2,2	3,2	5	8,8	16	25	40	83	170	270	490	1000
25	0,07	0,1	0,18	0,4	0,8	1,5	2	3,5	6,6	15	17	28	54	110	170	300	640
30	0,05	0,1	0,16	0,3	0,6	1,1	1,7	2,8	5	9,6	14	22	41	79	120	200	430
40	0,02	0,05	0,07	0,1	0,3	0,7	1,1	1,7	3,4	6,5	9,5	14	28	51	74	120	240
60	—	—	—	0,06	0,14	0,3	0,46	0,8	1,7	3,3	4,8	7,1	14	30	40	60	100
80	—	—	—	—	0,07	0,15	0,23	0,4	1	2	3,1	5,1	10	20	30	43	76
100	—	—	—	—	—	0,1	0,16	0,3	0,6	1,3	2	3,4	7	14	21	34	65
200	—	—	—	—	—	0,02	0,03	0,05	0,1	0,3	0,4	0,7	1,6	3,5	6	10	20



Рис. VI-1. Зоны радиоактивного заражения на следе облака наземного ядерного взрыва

Таблица VI-1

Данные, характеризующие зоны радиоактивного заражения

Показатели, характеризующие зоны заражения	Зона А		Зона Б		Зона В	
	внешняя граница	внутренняя граница	внешняя граница	внутренняя граница	внешняя граница	внутри зоны
Доза радиации на открытой местности за время полного распада радиоактивных веществ, *р*	40	400	400	1200	1200	Более 1200
Средние величины уровней радиации на границах зон, *р/ч*:						
через 2 *ч* после взрыва . . .	3,5	35	35	100	100	Более 100
через 3 *ч* после взрыва . . .	2	20	20	60	60	Более 60
через 5 *ч* после взрыва . . .	1	10	10	30	30	Более 30
через 10 *ч* после взрыва . .	0,5	5	5	15	15	Более 15
Процент* возможных потерь личного состава (при облучении в течение первых суток с момента образования следа), находящегося:						
на автомобилях	0		50		100	
на бронетранспортерах . . .	0		5		Более 20	
открыто на местности . . .	15		100		100	

* К общему количеству людей, находящихся в данной зоне.

шей) или сокращением времени пребывания на зараженной местности.

За пределами зоны *А* облучения личного состава выше доз, приводящих к потере боеспособности, не происходит. Поэтому внеш-

Таблица VI-8

Дозы радиации, p, получаемые личным составом при открытом расположении на границе зоны B

Время начала облучения (преодоления зоны) после взрыва $t_{вх}$, ч	Время пребывания в зоне (преодоления зоны)										
	Часы						Сутки				
	0,5	1	2	3	5	10	1	2	3	5	10
0,5	190	300	420	490	580	680	820	900	940	990	1060
1	100	170	260	320	390	485	620	710	750	800	870
1,5	80	130	210	260	330	435	555	650	690	760	835
2	50	85	150	190	250	345	450	545	585	640	700
3	35	60	100	140	190	265	370	450	490	550	610
4	25	45	75	100	150	215	320	400	440	495	560
5	18	35	60	90	120	190	280	350	390	450	515
6	14	25	50	70	105	165	250	320	360	420	480
8	10	20	35	50	80	130	210	280	320	370	430
10	9	18	30	45	60	105	185	245	280	330	395

Таблица VI-9

Средние значения коэффициента ослабления дозы радиации $к_{осл}$ укрытиями и средствами передвижения

Наименование укрытий и средств передвижения	Коэффициент ослабления
Фортификационные сооружения	
Окопы, открытые щели, траншеи	3
Перекрытые щели	50
Блиндажи и убежища с входным блоком из лесоматериалов	500
Средства передвижения	
Автомобили и автобусы	2
Бронетранспортеры	4
Танки	10
Железнодорожные платформы	1,5
Крытые вагоны	2
Пассажирские вагоны	3
Локомотивы (закрытая кабина или будка)	3
Промышленные и административные здания	
Производственные одноэтажные здания (цехи)	7
Производственные и административные трехэтажные здания	6
Жилые дома	
Жилые каменные одноэтажные дома	10
первый этаж	10
подвал	40

Наименование укрытий и средств передвижения	Коэффициент ослабления
Жилые каменные многоэтажные дома:	
— двухэтажные	15
первый этаж	15
второй этаж	14
подвал	100
— трехэтажные	20
первый этаж	17
второй этаж	26
третий этаж	20
подвал	400
— пятиэтажные	27
первый этаж	18
второй этаж	27
третий этаж	33
четвертый этаж	34
пятый этаж	24
подвал	400
Жилые деревянные одноэтажные дома	2
первый этаж	2
подвал	7
Жилые деревянные двухэтажные дома	8
первый этаж	7
второй этаж	9
подвал	12

Примечание. Коэффициент ослабления дозы радиации увеличивается:
— для дезактивированных окопов, открытых щелей и траншей — в 7 раз;
— для перекрытых щелей с дезактивированным участком траншеи, примыкающим к входу,— в 4 раза;
— для блиндажей и убежищ с перекрытым участком хода сообщения или дезактивированным участком траншеи, примыкающим к входу, а также для блиндажей и убежищ с входом типа «Лаз» — до 10 раз.

решения этой задачи необходимо знать начало, продолжительность облучения и степень защищенности личного состава, а также зону, в которой предполагаются действия войск. В случае если радиационная обстановка на карту не нанесена, для определения зоны, в которой будут действовать войска, используются данные табл. VI-3 и VI-5.

После пребывания в зонах заражения войска могут выходить в незараженный район. Суммарная доза радиации в этом случае будет складываться из дозы, полученной личным составом за время нахождения в зоне заражения, дозы за время посадки людей на средства передвижения и дозы за время выхода из зоны. Расчет дозы за время посадки производится по табл. VI-10.

Таблица VI-13

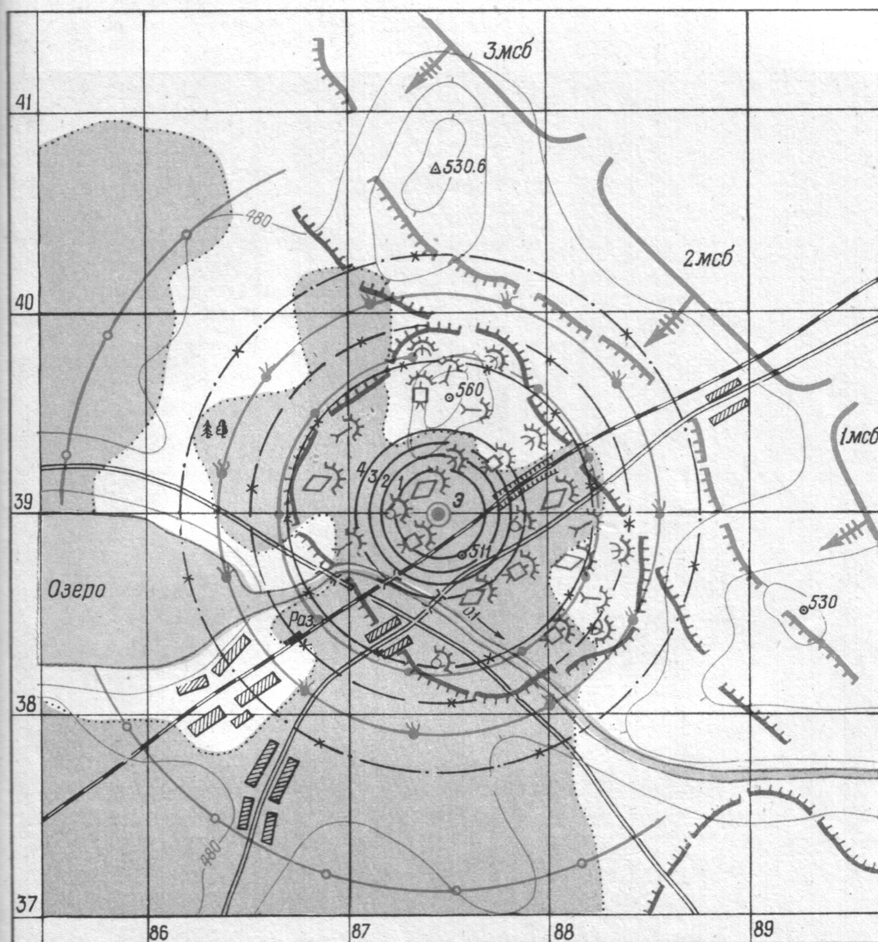
Дозы радиации, p, получаемые личным составом при преодолении следа облака подземного взрыва ($\overline{H}$ = 1,5 *м/т*$^{1/3,4}$) перпендикулярно к оси следа на автомобилях со средней скоростью 20 *км/ч* через 10 *ч* после взрыва

Расстояние от эпицентра взрыва, *км*	Скорость среднего ветра, *км/ч*	Мощность взрыва, *т*								Мощность взрыва, тыс. *т*								
		10	20	30	50	100	200	300	500	1	2	3	5	10	20	30	50	100
1	10	0,013	0,024	0,032	0,062	0,09	0,3	0,53	0,8	1,8	3,8	5,8	9,6	19	38	58	105	225
	25	0,015	0,032	0,056	0,09	0,14	0,38	0,56	0,88	1,5	2,8	3,8	5,6	8,8	14	20	35	105
	50	0,019	0,038	0,056	0,09	0,12	0,26	0,32	0,45	0,62	0,79	0,9	0,96	1,4	3,4	7,6	22	90
2	10	—	0,013	0,02	0,034	0,063	0,12	0,18	0,29	0,62	1,3	2,1	3,8	8,3	18	27	47	100
	25	—	0,017	0,019	0,036	0,073	0,15	0,26	0,43	0,91	1,8	2,7	4,6	8,4	16	21	32	58
	50	—	0,015	0,029	0,044	0,092	0,18	0,27	0,44	0,8	1,4	1,8	2,6	3,9	5,5	6,5	8,3	16
4	10	—	0,01	0,015	0,024	0,045	0,075	0,13	0,2	0,34	0,7	1,1	2,9	3,9	8,2	13	22	48
	25	—	0,01	0,011	0,018	0,035	0,075	0,12	0,2	0,43	0,94	1,4	2,5	5,3	10	17	26	48
	50	—	—	0,01	0,017	0,037	0,08	0,12	0,2	0,44	0,9	1,3	2,2	4,4	7,7	11	14	22
6	10	—	—	0,01	0,013	0,025	0,057	0,085	0,14	0,26	0,45	0,68	1,1	2	3,7	6	11	20
	25	—	—	—	0,012	0,024	0,044	0,08	0,1	0,21	0,39	0,63	1,4	2,4	5,7	9	16	26
	50	—	—	—	0,01	0,021	0,048	0,07	0,13	0,27	0,57	0,9	1,5	3	5,7	8,7	15	26
8	10	—	—	—	0,01	0,021	0,042	0,068	0,12	0,22	0,38	0,61	0,95	1,8	3,3	4,6	7,6	15
	25	—	—	—	0,01	0,019	0,037	0,049	0,076	0,15	0,3	0,45	0,8	1,7	3,7	5,7	11	22
	50	—	—	—	—	0,015	0,03	0,046	0,076	0,19	0,38	0,61	1,1	2,3	4,6	7,2	12	23

Таблица VII-2

Условия, определяющие границы зон безопасности личного состава, и соответствующие им значения параметров поражающих факторов ядерного взрыва

Поражающий фактор	Условия расположения личного состава	Для радиуса $R_б$	Для радиуса $R_а$
Ударная волна	а) Открыто на местности, в открытых фортификационных сооружениях, автомобилях и бронетранспортерах открытого типа	Исключить баротравмы органа слуха, $\Delta p_ф \leqslant 0{,}1$ *кг/см²*	У 10—20% людей возможны баротравмы органа слуха. Для оповещенного личного состава $\Delta p_ф \leqslant 0{,}3$ *кг/см²*, для неоповещенного—$\Delta p_ф \leqslant 0{,}18$ *кг/см²*
	б) В одиночных и парных окопах; в фасах траншей и ходов сообщения, ориентированных под углом 90° к направлению на взрыв	То же; $\Delta p_ф \leqslant 0{,}12$ *кг/см²*	То же
	в) В бронетранспортерах закрытого типа и танках	Не допустить смещения машин и исключить травмы людей от ударов о броню и предметы внутреннего оборудования; $\Delta p_ф \leqslant 0{,}25$ *кг/см²* для бронетранспортеров и 0,4—0,5 *кг/см²* для танков	Исключить средние повреждения техники и сопутствующий им выход людей из строя; $\Delta p_ф \leqslant 0{,}35$—0,4 *кг/см²* для бронетранспортеров и 0,5—0,7 *кг/см²* для танков
	г) В перекрытых щелях, блиндажах и убежищах легкого типа	Исключить поражения людей при слабом разрушении сооружений и затекании волны через неплотности; $\Delta p_ф \leqslant 0{,}3$ *кг/см²* для перекрытых щелей, 0,5 *кг/см²* для блиндажей и 1 *кг/см²* для убежищ легкого типа	Исключить средние разрушения сооружений и сопутствующий им выход людей из строя; $\Delta p_ф \leqslant 0{,}5$ *кг/см²* для перекрытых щелей, 1 *кг/см²* для блиндажей и 1,5 *кг/см²* для убежищ легкого типа
Световое излучение	Открыто на местности, в открытых фортификационных сооружениях, автомобилях и бронетранспортерах открытого типа	Исключить ожоги кожи I степени. Для оповещенного личного состава $U \leqslant 4{,}7$ *кал/см²*, для неоповещенного—$U \leqslant 1{,}7 \div 4{,}7$ *кал/см²*	Исключить ожоги кожи II степени. Для оповещенного личного состава $U \leqslant 5{,}6$—6,5 *кал/см²*, для неоповещенного—$U \leqslant 2{,}6 \div 6{,}5$ *кал/см²*
Проникающая радиация	Независимо от расположения	Доза радиации от одного взрыва $D \leqslant 1$—2 *р*. При осуществлении перед	Исключить выход из строя людей при однократном облучении. $D \leqslant 50$ *р*



Масштаб

250 0 250 500 750 м

Условные обозначения

1 — Граница зоны выхода из строя танков	✶ — ✶ — Граница зоны сплошных завалов
2 — То же, минометов и ПТУРС	✶ · — Граница зоны частичных завалов
3 — То же, реактивных противотанковых ружей	●—● Внутренняя граница зоны сплошных пожаров
4 — То же, пулеметов	Внешняя граница зоны сплошных пожаров
✶—✶ Граница зоны полного разрушения леса	○—○ Внешняя граница зоны отдельных пожаров

Рис. VII-4. Схема к примеру VII-7 определения результатов ядерного взрыва при известном положении эпицентра

Зак. 3536дсп.

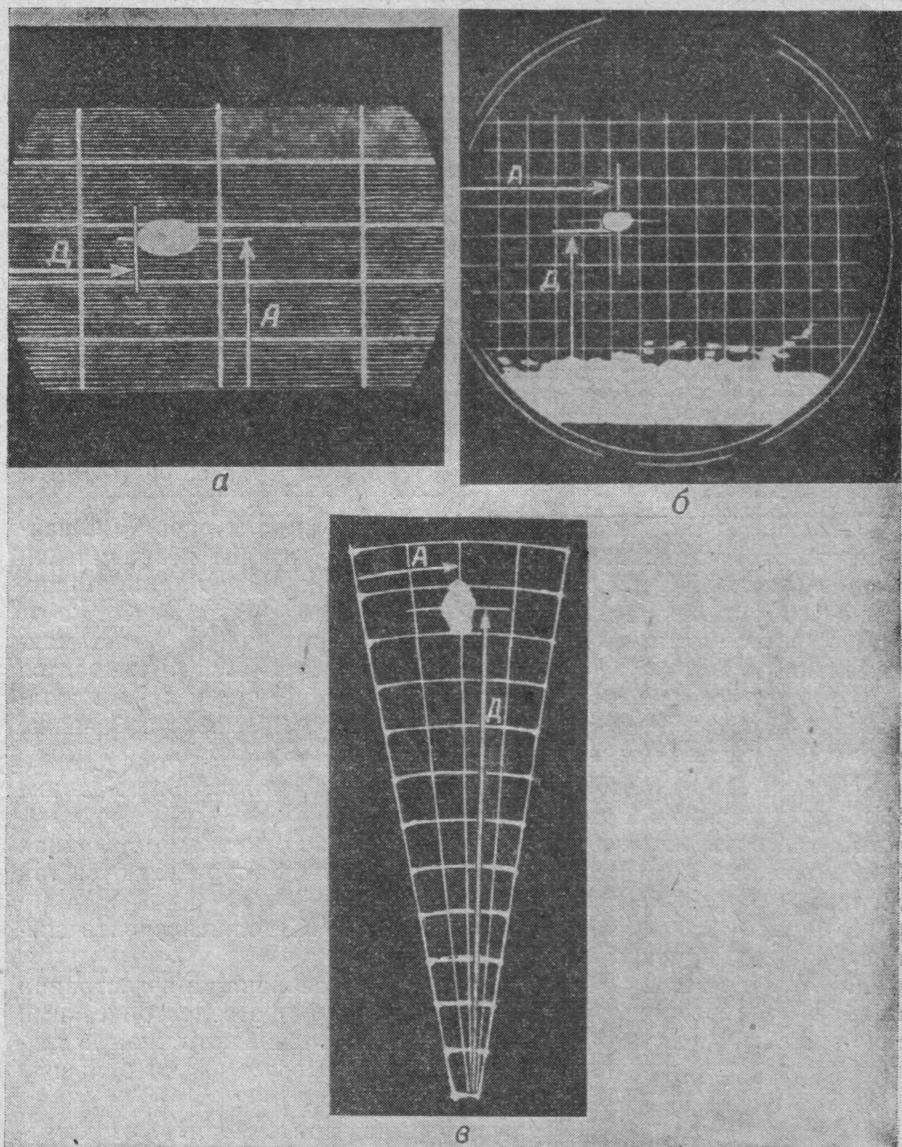


Рис. VII-14. Регистрация ядерного взрыва с помощью радиолокационных станций:
а — изображение отметки светящейся области на экране индикатора РЛС сантиметрового диапазона (*А* — азимут на центр взрыва, *Д* — расстояние до центра взрыва); *б* — изображение отметки от пылевого столба на экране индикатора РЛС сантиметрового диапазона; *в* — изображение отметки от пылевого столба на экране индикатора РЛС артиллерийской разведки

Таблица VII-6

Ориентировочные ошибки определения координат эпицентра ядерного взрыва

Вид засечки	Используемые приборы	Срединные ошибки, в % от расстояния, при дальности засечки, *км*						
		5	10	15	20	30	40	50
Визуальная засечка невооруженным глазом:								
с одного пункта наблюдения	Секундомер и компас	9	9	8	8	7,5	7,5	7
с двух пунктов наблюдения	Два компаса	14	22	30	40	Более 50		
с трех пунктов наблюдения	Три секундомера	10	18	20	22	25	30	40
Инструментальная засечка светящейся области:								
с одного пункта наблюдения	Секундомер и РТ (или АСТ)	6	6	4,5	4	3	3	3
с двух пунктов наблюдения	Два РТ (или две АСТ)	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	4,5
Инструментальная засечка облака взрыва или пылевого столба:								
с одного пункта наблюдения	Секундомер и РТ (или АСТ)	6	6	4,5	4	3	3	3
с двух пунктов наблюдения	Два РТ (или две АСТ)	1	1,5	2	2,5	3,5	5	6
Фотографическая засечка светящейся области:								
с одного пункта наблюдения	Секундомер и РТ	6	6	4,5	4	3	3	3
с двух пунктов наблюдения	Два РТ	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5

Примечание. Точность определения координат эпицентра взрыва с помощью радиолокационных станций примерно такая же, как и при определении координат воздушных целей.

Таблица VII-7

Характеристики облака наземного ядерного взрыва

Мощность взрыва, тыс. *т*	Максимальная высота подъема верхней кромки облака, *км*	Размеры облака на максимальной высоте подъема, *км*	
		диаметр	высота
0,1	2,1	0,9	0,7
0,2	2,5	1,2	0,8
0,3	2,8	1,3	0,9
0,5	3,2	1,6	1
1	3,9	2	1,2
2	4,6	2,5	1,4
3	5	2,9	1,5
5	5,4	3,4	1,6
10	6,8	4,3	2,1
20	8,5	5,4	2,9
30	8,9	6,2	3,7
50	10	7,4	3,9
100	11,7	9,3	4,9
200	13,5	11,7	5,9
300	15	13,4	6,9
500	16,5	16	7,6
1000	19,4	20	9,7

Примечания: 1. Высота подъема и размеры облака измеряются через 8 *мин* после взрыва.

2. Максимальная высота подъема облака низкого и высокого воздушных взрывов больше приведенной в таблице на высоту этих взрывов.

Для определения мощности наземного и низкого воздушных взрывов по скорости подъема облака необходимо измерить высоту и время подъема его верхней кромки. Мощность взрыва по найденным высоте и времени подъема облака определяется с помощью номограммы рис. VII-16. Этот способ дает удовлетворительные результаты, если измерение высоты подъема облака проведено в интервале времени от 2 до 8 *мин* с момента взрыва. Чтобы более точно определить мощность взрыва, высоту подъема облака целесообразно измерять на два — три момента времени после взрыва и брать среднее значение мощности.

Пример VII-11. Определить мощность ядерного взрыва по скорости подъема облака, если по данным измерений разведывательным теодолитом известно, что за 180 *сек* после взрыва облако поднялось на 6 *км*.

Решение. На шкале высоты подъема облака номограммы рис. VII-16 находим точку, соответствующую 6 *км*, а на шкале времени — точку, соответствующую 180 *сек*. Соединяем эти точки прямой и на пересечении ее со шкалой мощности взрыва находим ответ — 30 тыс. *т*.

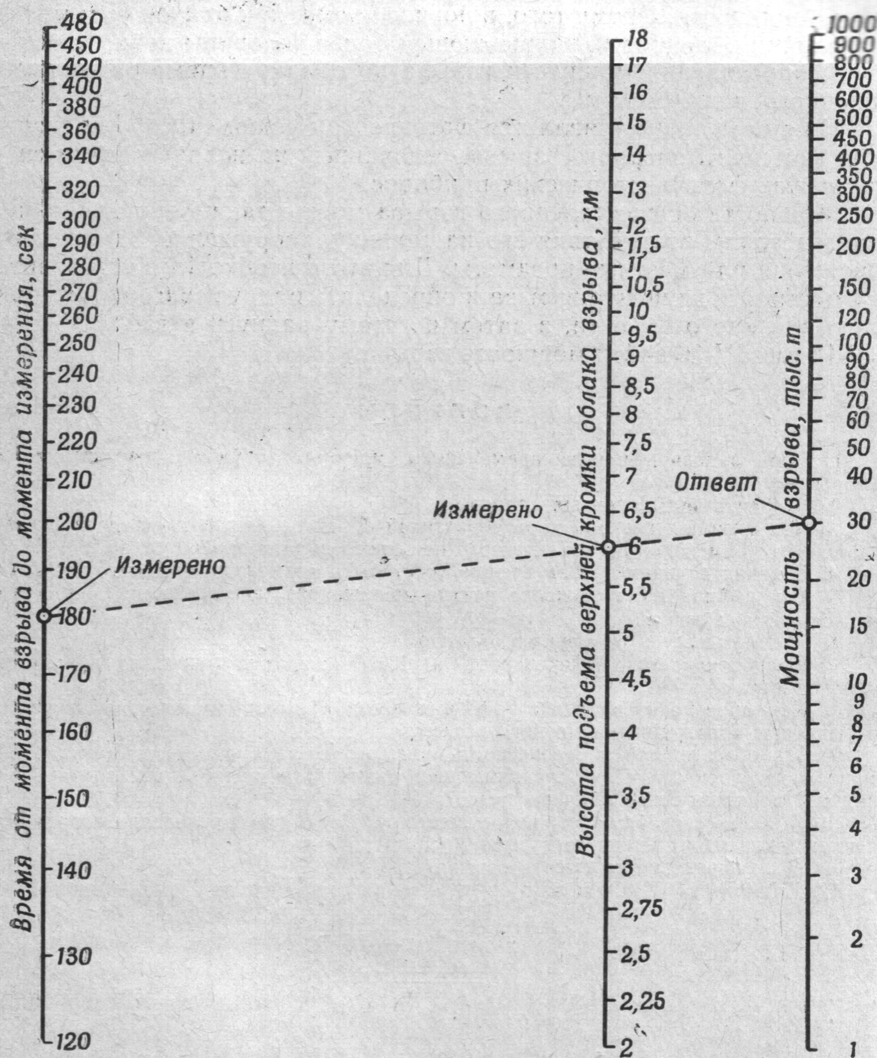


Рис. VII-16. Номограмма для определения мощности ядерного взрыва по скорости подъема облака

При определении мощности высоких воздушных взрывов измерение высоты подъема верхней кромки облака необходимо производить от центра взрыва, т. е. из полученной высоты подъема верхней кромки облака необходимо вычесть высоту центра взрыва. Мощность в этом случае также определяется по номограмме рис. VII-16.

Способы определения мощности ядерного взрыва по высоте, размерам и скорости подъема облака дают лишь ориентировочное зна-

ИСПРАВЛЕНИЕ

Положение, высказанное на стр. 266 (строки 3—1 снизу) и стр. 267 (строки 1—3 сверху), изменено. Новое изложение положения следующее: «при этом противогазы (респираторы) надеваются: при нахождении открыто на местности в момент формирования следа, при действии на местности с уровнем радиации свыше 5 р/ч и в случаях очень сильного вторичного пылеобразования при следовании на бронетранспортерах, автомобилях и десантом на танках».

Зак. 3536дсп. Изд. № 5/1868дсп.

Под наблюдением полковника *Шевченко А. Д.*,
подполковника *Оносовского В. П.*
и редактора полковника *Чугасова А. А.*
Технический редактор *Мясникова Т. Ф.*
Корректор *Яковлева Г. П.*

Г-62163
Сдано в набор 15.10.68 г.
Подписано к печати 1.10.69 г.
Формат бумаги $60\times90^1/_{16}$ —
$24^1/_4$ печ. л. — 24,25 усл. печ. л. +
+ офсетн. вклейки $1^3/_4$ печ. л. —
1,75 усл. печ. л. 26,381 уч.-изд. л.
Изд. № 5/1868дсп. Зак. 3536дсп

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

Для служебного пользования

Экз. №

73467

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

Для служебного пользования

Экз. №

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ОФИЦЕРОВ

Издание четвертое, переработанное и дополненное

МОСКВА
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1987

Настоящее Пособие представляет собой переработанное издание пособия «Ядерное оружие», вышедшего в 1969 г.

В новом издании уточнены характеристики поражающего действия ядерных взрывов на личный состав войск, вооружение, военную технику и другие объекты.

Основное внимание в Пособии уделено поражающему действию наземных и воздушных ядерных взрывов.

Вопросы, относящиеся к защите войск от ядерного оружия и оценке результатов ядерных взрывов, из Пособия исключены, поскольку им посвящены изданные наставления и справочники.

Пособие предназначено для офицеров и прапорщиков всех видов Вооруженных Сил, а также для курсантов военных училищ.

Замечания и предложения по Пособию направлять по адресу:
Москва, К-160, войсковая часть 31600.

В книге пронумеровано всего 168 с.

Сдано в набор 19.08.86. Подписано в печать 12.12.86.
Формат 60×90/16. Печ. л. 10½. Усл. печ. л. 10,5. Усл. кр.-отт. 10,5. Уч.-изд. л. 11,07.
Изд. № 13/2431дсп Зак. 4343дсп

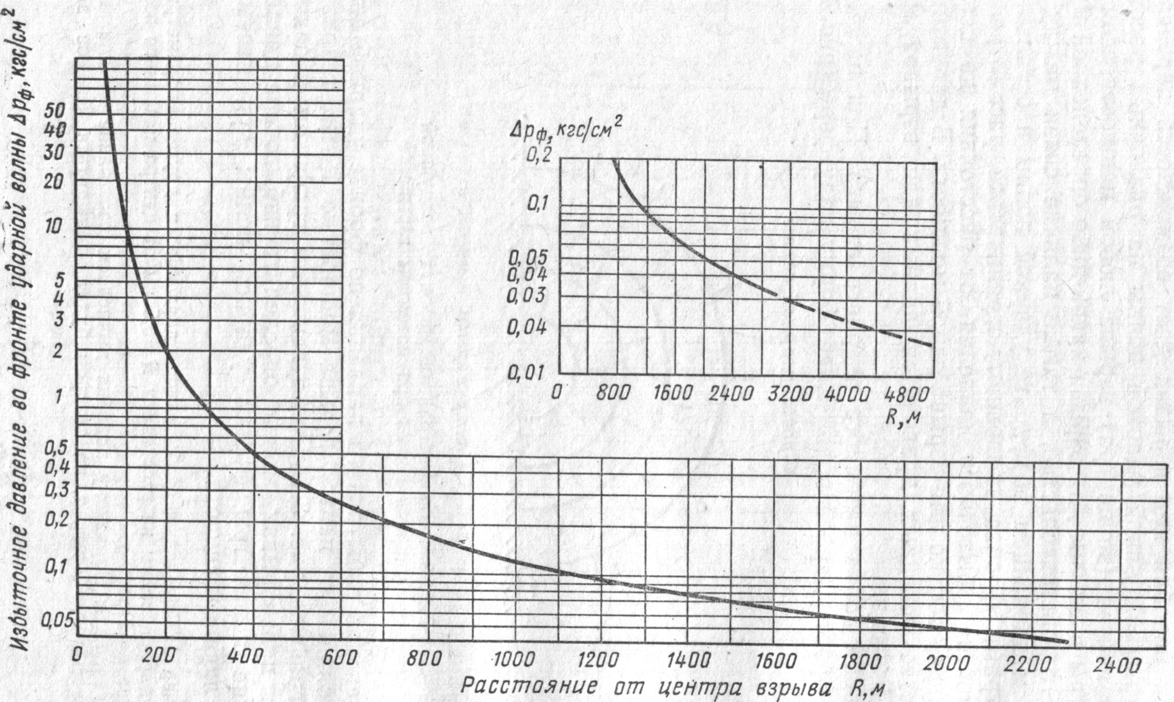


Рис. 3.4. Изменение избыточного давления с расстоянием при наземном ядерном взрыве мощностью 1 тыс. т

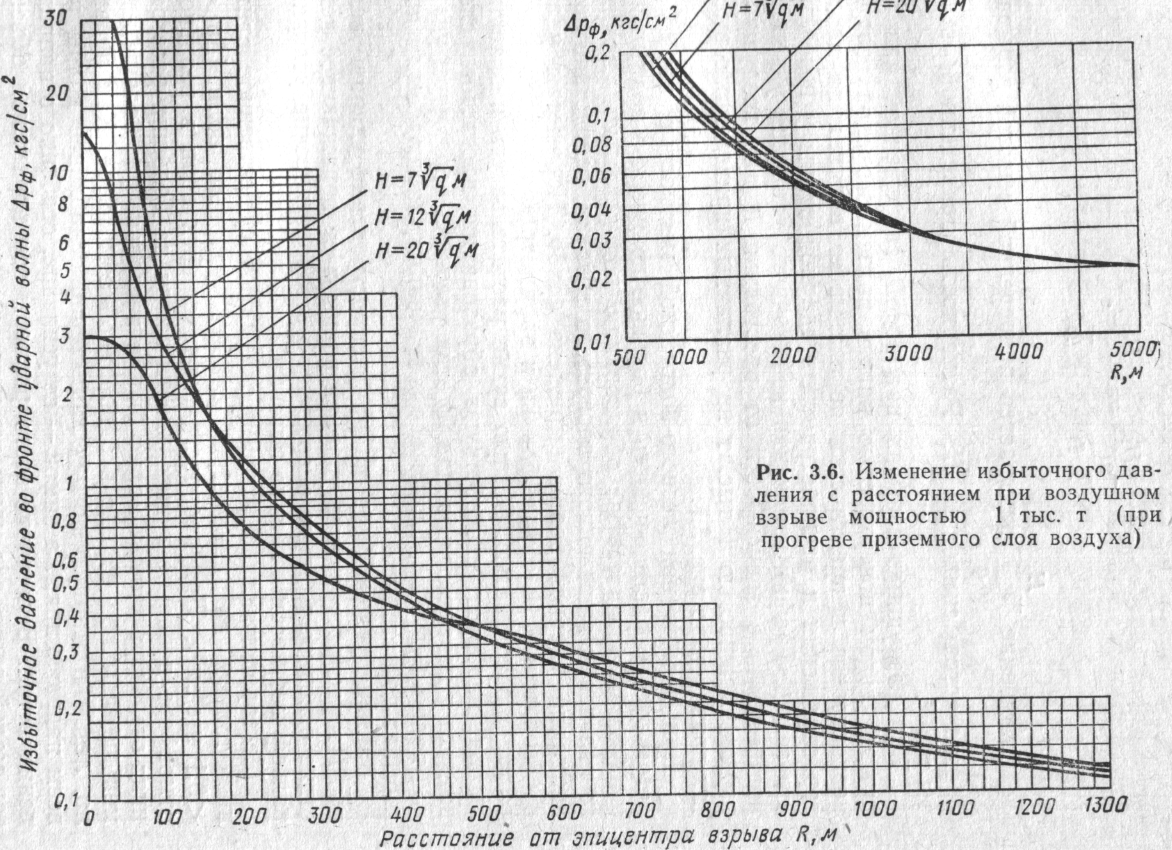


Рис. 3.6. Изменение избыточного давления с расстоянием при воздушном взрыве мощностью 1 тыс. т (при прогреве приземного слоя воздуха)

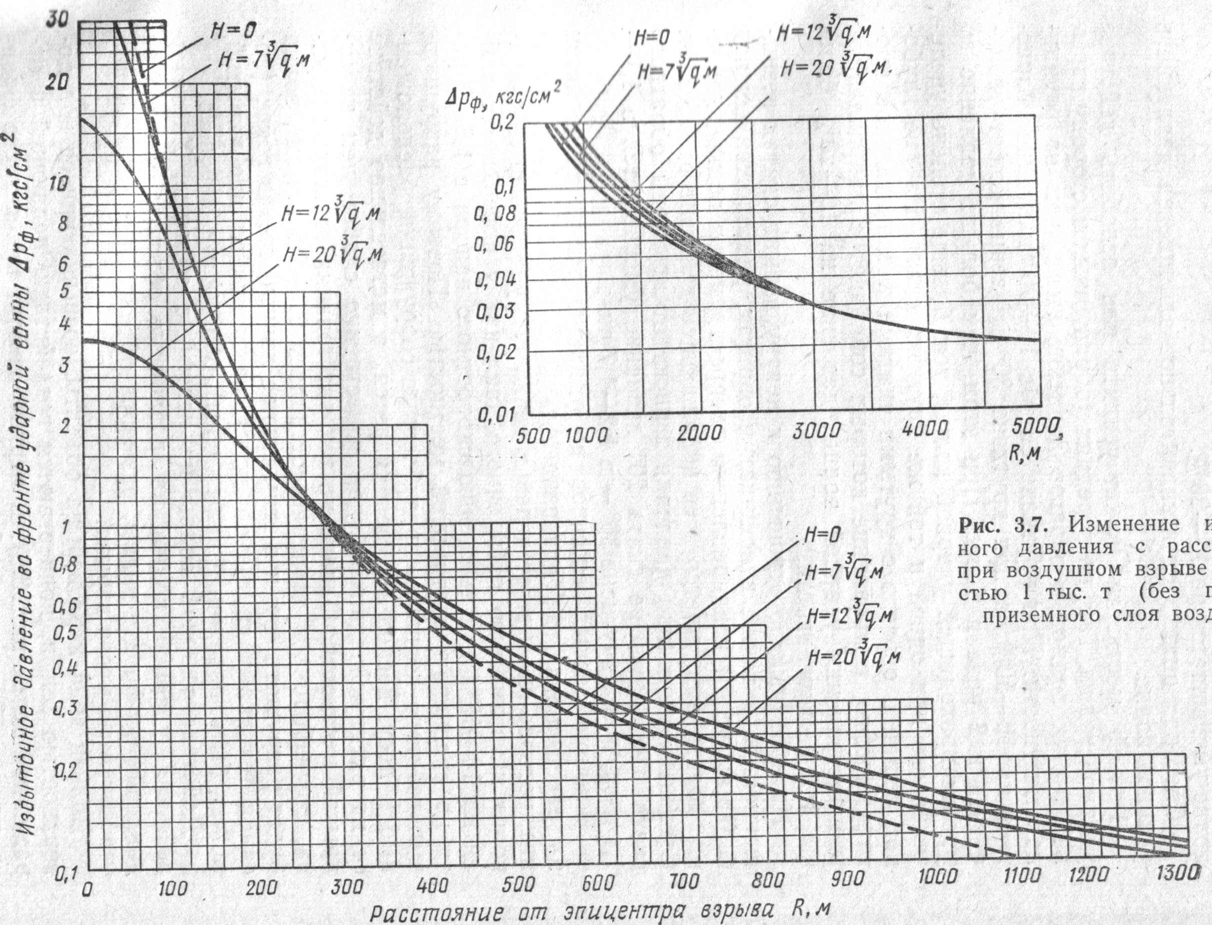


Рис. 3.7. Изменение избыточного давления с расстоянием при воздушном взрыве мощностью 1 тыс. т (без прогрева приземного слоя воздуха)

Фронт проходящей ударной волны
$\Delta p_{отр}$

а

Отток воздуха
Фронт отраженной волны
Фронт проходящей ударной волны

б

в

г

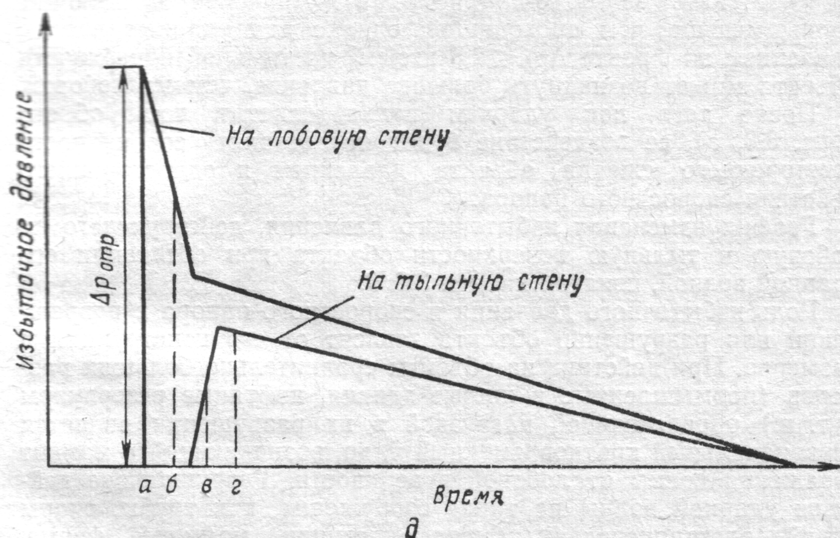


Рис. 3.8. Давление на различные поверхности преграды при обтекании ее воздушной ударной волной

чение действует на наземные объекты практически мгновенно, а осколочное — в течение 10—20 с после взрыва.

Гамма-излучение значительно ослабляется в воздухе. Это происходит, во-первых, потому, что с увеличением расстояния от центра взрыва увеличивается площадь поверхности сферы,

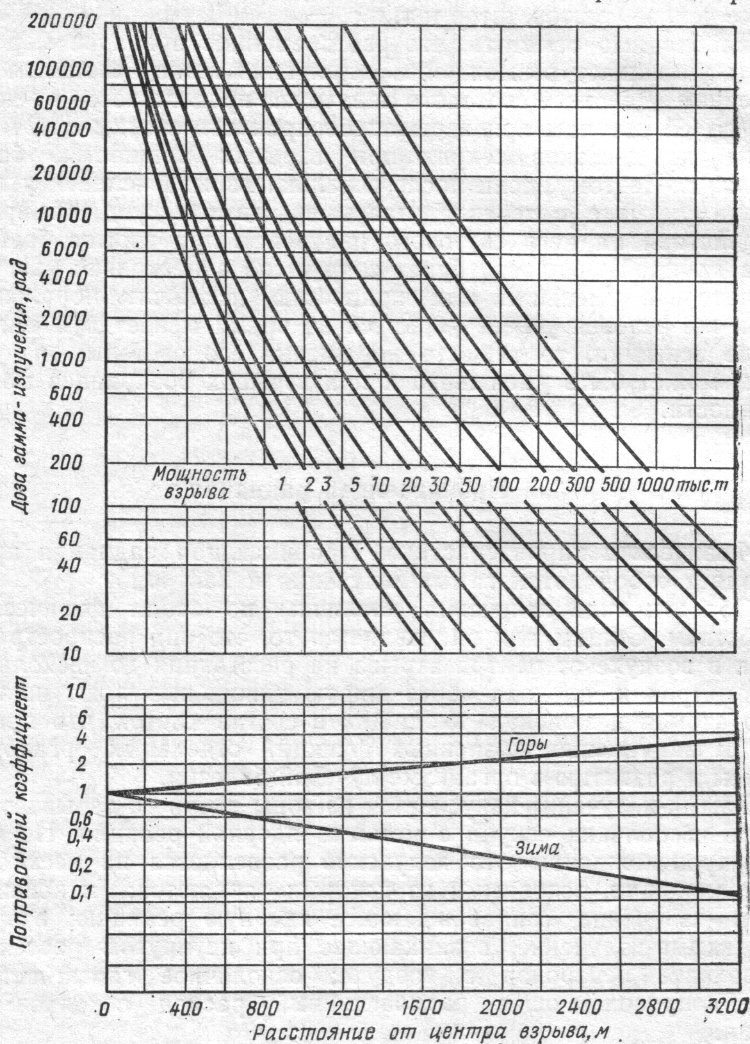


Рис. 3.10. Зависимость дозы гамма-излучения от расстояния до центра взрыва

через которую проходит общий поток гамма-квантов, а следовательно, уменьшается количество энергии излучения, падающего на 1 см² поверхности сферы. Во-вторых, на пути распространения гамма-излучение ослабляется воздухом: одни гамма-кванты поглощаются атомами воздуха, другие, взаимодействуя

Принципы защиты от проникающей радиации. Выше указывалось, что гамма-излучение, как ни высока его проникающая способность, заметно ослабляется даже в воздухе. В ве-

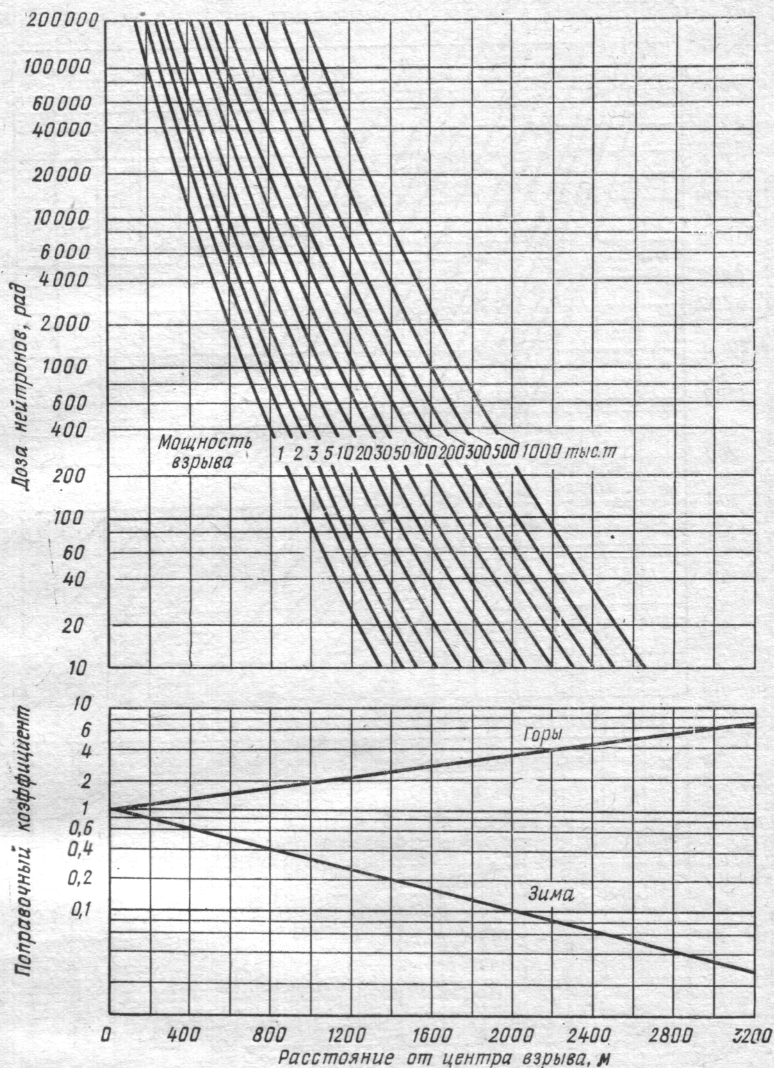


Рис. 3.11. Зависимость дозы нейтронов от расстояния до центра взрыва

ществах же более плотных гамма-излучение ослабляется еще сильнее. Происходит это потому, что чем больше плотность вещества, тем больше в единице его объема атомов и тем большее количество раз взаимодействует с ними гамма-излучение.

Следовательно, на одном и том же отрезке пути гамма-излучение в более плотном веществе потеряет больше энергии, чем в менее плотном, а потеря энергии означает уменьшение дозы гамма-излучения.

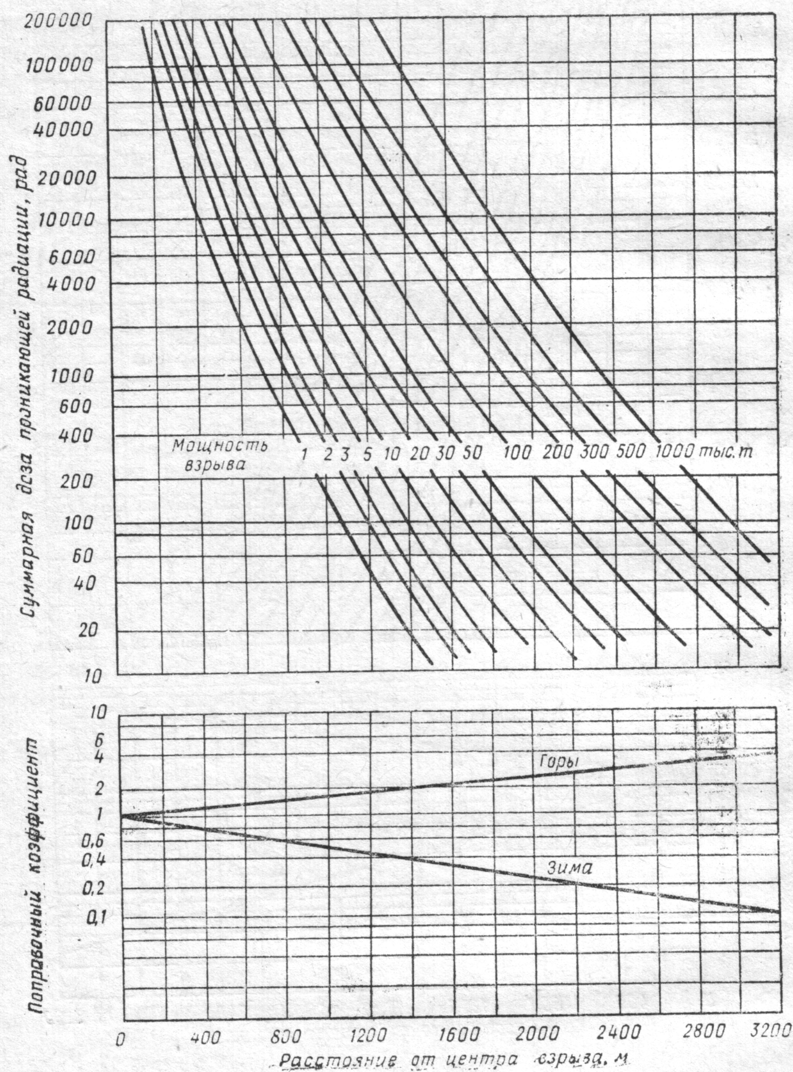


Рис. 3.12. Зависимость суммарной дозы проникающей радиации от расстояния до центра взрыва

Пусть поток гамма-излучения падает на поверхность преграды толщиной l (рис. 3.13). Представим себе, что некоторый слой d_γ уменьшает дозу гамма-излучения $D_{0\gamma}$ в два раза. Тог-

3. Определяем дозу проникающей радиации внутри убежища

$$D = D_\gamma + D_n = \frac{D_{0\gamma}}{K_{\gamma\text{гр}} K_{\gamma\text{др}}} + \frac{D_{0n}}{K_{n\text{гр}} K_{n\text{др}}} =$$

$$= \frac{12\,000}{1{,}6 \cdot 600} + \frac{20\,000}{4 \cdot 11\,000} = 13 \text{ рад.}$$

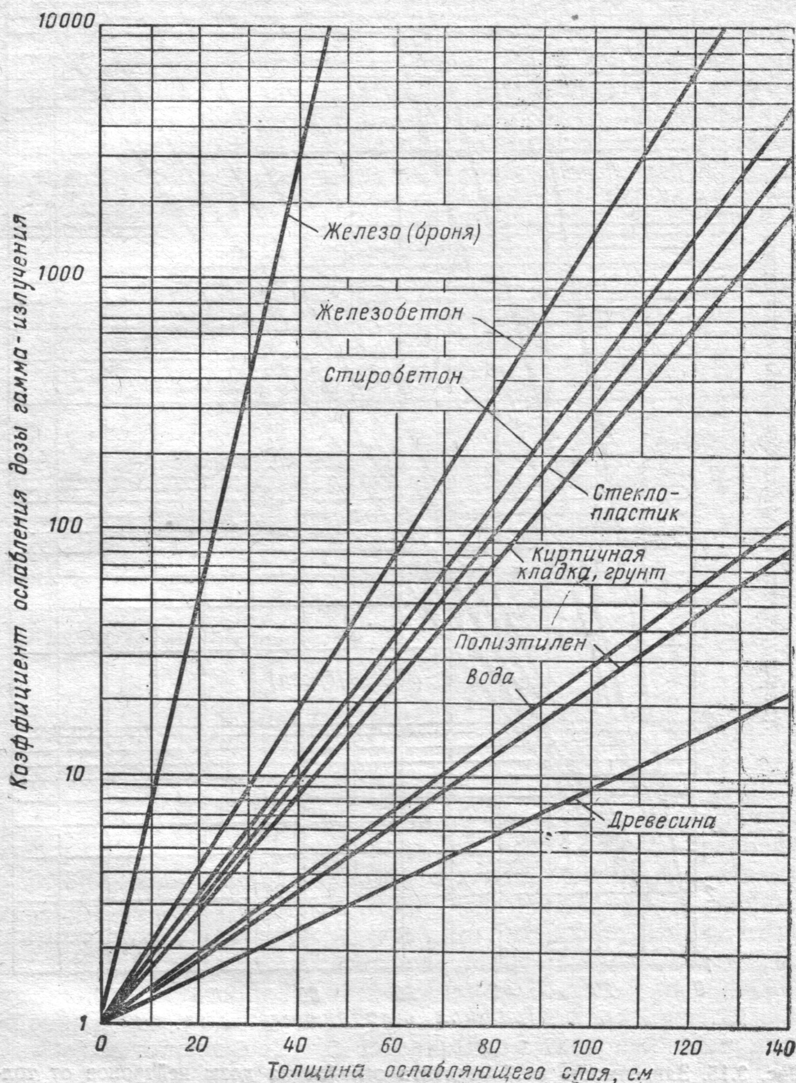


Рис. 3.14. Зависимость коэффициента ослабления дозы гамма-излучения от толщины материалов

Пример 8. Определить дозу радиации, которую получит экипаж танка, находящегося на удалении 1200 м от центра взрыва мощностью 5 тыс. т, при боевых действиях в горной местности. Средняя толщина брони танка равна 8 см.

Решение. 1. По рис. 3.10 и 3.11 находим дозы радиации вне танка

$$D_{0\gamma} = 200 \cdot 1{,}7 = 340 \text{ рад};$$

$$D_{0n} = 120 \cdot 2{,}1 = 250 \text{ рад}.$$

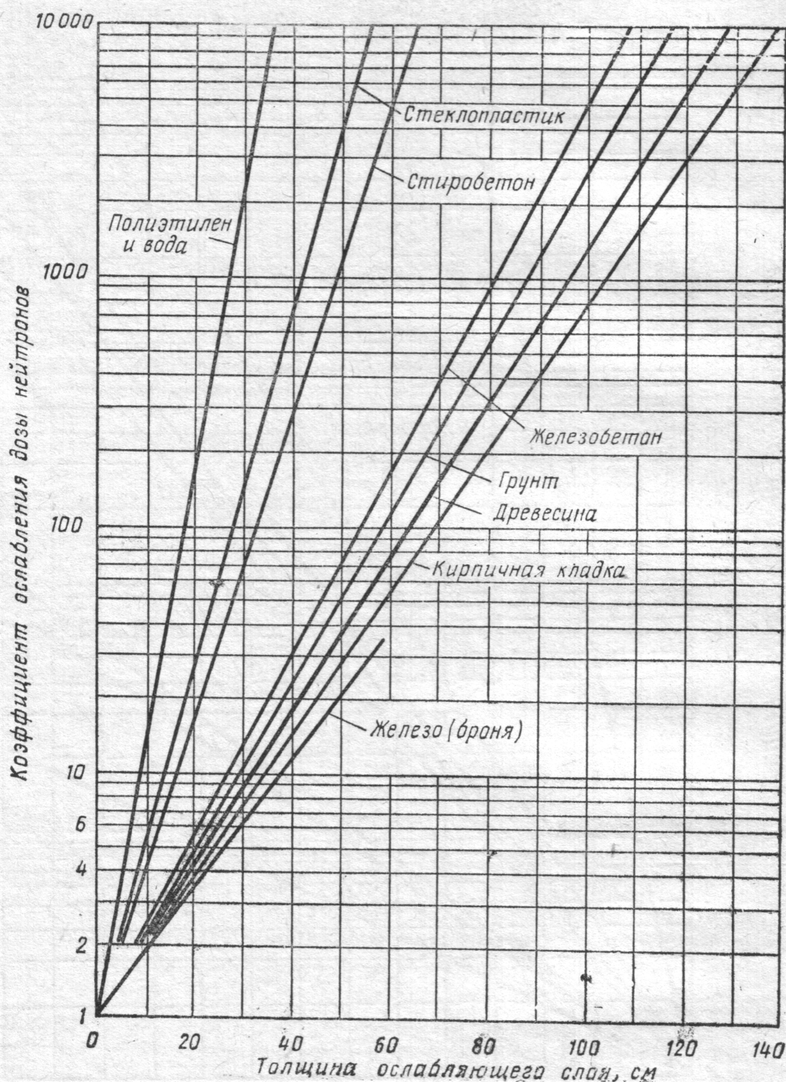


Рис. 3.15. Зависимость коэффициента ослабления дозы нейтронов от толщины материалов

2. По рис. 3.14 и 3.15 находим степень ослабления броней гамма-излучения и нейтронов

$$K_{\gamma} = 5; \; K_{n} = 1{,}7.$$

3. Определяем дозу радиации внутри танка

$$D = \frac{D_{0\gamma}}{K_\gamma} + \frac{D_{0n}}{K_n} = \frac{340}{5} + \frac{250}{1,7} = 215 \text{ рад.}$$

Из краткого рассмотрения физических основ ослабления проникающей радиации следует практический вывод: любые материалы, в том числе грунт, дерево и бетон, которые применяются при возведении фортификационных сооружений, могут быть использованы для ослабления гамма-излучения и нейтронов. Для этого требуется лишь, чтобы на пути распространения проникающей радиации была необходимая толща из этих материалов.

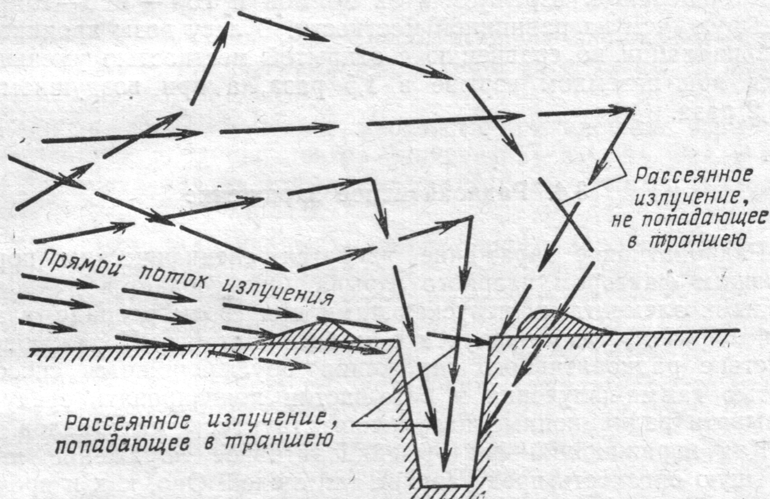


Рис. 3.16. Схема ослабления проникающей радиации траншеей

Наиболее эффективной преградой является такая, которая защищает объект со всех сторон от прямого потока проникающей радиации и от рассеянного излучения. Этому требованию отвечают сооружения закрытого типа (блиндажи, убежища, перекрытые щели), имеющие почти со всех сторон большие защитные толщи. Расчеты показывают, что сооружения, которые способны выдержать воздействие ударной волны, практически защищают находящийся в них личный состав и от поражения проникающей радиацией.

Но не только сооружения закрытого типа являются надежной защитой от проникающей радиации. Во много раз уменьшают ее воздействие и такие наиболее распространенные фортификационные сооружения, как окопы, траншеи и ходы сообщения. Эти сооружения не имеют защитной толщи сверху, однако и в них доза проникающей радиации значительно меньше, чем на открытой местности (например, на дне траншеи в 10 раз).

Таблица 3.9

Значение средней мощности дозы излучения радиоактивного заражения местности на оси следа облака взрыва на 1 ч после взрыва, рад/ч

Расстояние от центра (эпицентра) взрыва, км	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т													
		0,01	0,05	0,1	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Скорость среднего ветра 10 км/ч															
1	Н	4,9	21	37	135	220	360	665	1030	1250	2090	3000	4220	6390	5330
	В	2,4	6,1	8,8	19	26	34	47	58	67	72	84	97	115	130
2	Н	1,6	8,4	16	70	125	225	465	780	1030	1910	2970	4520	7560	6830
	В	1	3	4,8	13	19	27	43	58	63	89	110	140	175	130
4	Н	—	2,2	4,8	25	50	96	225	410	605	1260	2140	3570	6590	6530
	В	—	1	1,7	5,8	9,5	15	27	41	50	80	110	155	220	180
6	Н	—	—	2	12	25	50	125	245	380	850	1540	2710	5300	5560
	В	—	—	—	3,2	5,5	9,2	18	29	38	65	97	140	215	190
8	Н	—	—	1	6,6	14	30	79	160	260	610	1140	2100	4280	4680
	В	—	—	—	1,9	3,5	6,1	13	21	29	53	83	135	200	185
10	Н	—	—	—	4	8,9	19	53	110	185	455	880	1670	3510	3960
	В	—	—	—	1,3	2,4	4,3	9,4	16	23	44	71	110	185	175
12	Н	—	—	—	2,6	6	13	38	80	140	350	695	1350	2920	3380
	В	—	—	—	—	1,7	3,2	7,2	13	19	37	61	99	170	165
14	Н	—	—	—	1,8	4,2	9,5	28	61	110	280	565	1120	2470	2920
	В	—	—	—	—	1,3	2,4	5,6	10	15	31	53	88	155	155
16	Н	—	—	—	1,3	3,1	7,1	21	47	85	225	465	935	2110	2540
	В	—	—	—	—	1	1,9	4,5	8,4	13	27	46	79	140	145

Расстояние от центра (эпицентра) взрыва, км	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т													
		0,01	0,05	0,1	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
18	Н	—	—	—	1	2,3	5,4	17	37	69	185	385	795	1820	2230
	В	—	—	—	—	—	1,5	3,7	7	11	23	41	71	130	135
20	Н	—	—	—	—	1,8	4,3	13	30	56	155	325	680	1590	1980
	В	—	—	—	—	—	1,2	3,1	5,9	9,3	20	36	64	120	125
25	Н	—	—	—	—	1	2,5	8	19	36	105	225	485	1160	1490
	В	—	—	—	—	—	—	2	4	6,6	15	28	51	98	105
30	Н	—	—	—	—	—	1,6	5,2	12	25	72	160	360	880	1160
	В	—	—	—	—	—	—	1,4	2,9	4,9	11	22	41	81	91
40	Н	—	—	—	—	—	—	2,6	6,4	13	40	94	215	550	755
	В	—	—	—	—	—	—	—	1,7	2,9	7,3	14	28	59	69
50	Н	—	—	—	—	—	—	1,5	3,7	7,8	25	59	140	370	525
	В	—	—	—	—	—	—	—	1,1	1,9	5	10	21	44	54
60	Н	—	—	—	—	—	—	—	2,3	5	16	40	97	265	385
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3	3,6	7,5	16	35	43
80	Н	—	—	—	—	—	—	—	1,1	2,4	8,2	21	53	150	225
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4,5	9,7	23	29
100	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3	4,7	12	32	93	145
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3	2,9	6,5	16	21
125	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,6	7	19	56	90
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	4,3	11	15
150	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	4,4	12	37	60
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	3	7,6	11

Расстояние от центра (эпицентра) взрыва, км	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т													
		0,01	0,05	0,1	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Скорость среднего ветра 50 км/ч															
1	Н	5,7	16	25	59	82	115	165	215	220	290	350	420	510	370
	В	2,8	4,8	5,8	8,4	9,5	10	11	12	10	11	12	14	18	16
2	Н	3	10	17	49	74	110	180	255	280	415	545	695	925	700
	В	1,8	3,7	5	8,9	11	13	17	19	17	19	21	21	22	13
4	Н	1,1	4,4	7,8	28	46	74	140	210	260	430	620	865	1270	1060
	В	—	2	2,9	6,4	8,7	12	17	21	21	27	32	37	42	29
6	Н	—	2,3	4,3	17	30	51	100	165	216	380	580	860	1330	1170
	В	—	1,1	1,8	4,5	6,6	9,3	14	19	21	29	37	45	54	40
8	Н	—	1,4	2,6	11	20	36	77	130	180	330	520	805	1300	1200
	В	—	—	1,2	3,4	5	7,4	12	17	20	29	38	48	61	47
10	Н	—	—	1,8	8	15	27	60	105	150	285	465	740	1240	1180
	В	—	—	—	2,6	4	6,1	11	15	18	28	37	50	65	52
12	Н	—	—	1,2	6	11	21	48	85	125	250	415	675	1160	1130
	В	—	—	—	2	3,2	5	9,1	13	17	26	36	50	67	55
14	Н	—	—	—	4,6	8,8	17	39	71	105	220	370	620	1080	1080
	В	—	—	—	1,6	2,7	4,3	7,9	12	15	24	35	49	68	57
16	Н	—	—	—	3,6	7,1	14	33	60	92	190	330	565	1010	1020
	В	—	—	—	1,4	2,2	3,6	6,9	11	14	23	33	48	68	58
18	Н	—	—	—	2,9	5,8	11	27	51	80	170	300	520	940	970
	В	—	—	—	1,1	1,9	3,1	6,1	9,6	13	21	32	46	67	58
20	Н	—	—	—	2,4	4,8	9,5	23	44	70	150	270	480	880	920
	В	—	—	—	1	1,6	2,7	5,4	8,7	12	20	30	45	66	58

Продолжение табл. 3.9

Расстояние от центра (эпицентра) взрыва, км	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т													
		0,01	0,05	0,1	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
25	Н	—	—	—	1,5	3,1	6,4	16	32	52	120	115	390	745	805
	В	—	—	—	—	1,2	2	4,2	6,9	9,5	17	27	41	63	57
30	Н	—	—	—	1	2,2	4,6	12	24	40	94	175	325	640	705
	В	—	—	—	—	—	1,5	3,3	5,6	7,9	15	24	37	59	55
40	Н	—	—	—	—	1,2	2,6	7,2	15	26	63	125	240	480	555
	В	—	—	—	—	—	1	2,2	3,9	5,8	11	19	31	51	51
50	Н	—	—	—	—	—	1,6	4,7	9,9	18	45	90	180	375	450
	В	—	—	—	—	—	—	1,6	2,8	4,4	9	15	26	45	65
60	Н	—	—	—	—	—	1,1	3,2	7	13	33	69	140	300	370
	В	—	—	—	—	—	—	1,2	2,2	3,4	7,3	13	22	39	41
80	Н	—	—	—	—	—	—	1,7	3,9	7,5	20	43	91	205	260
	В	—	—	—	—	—	—	—	1,4	2,3	5	9,2	17	31	34
100	Н	—	—	—	—	—	—	1,1	2,4	4,8	13	29	64	150	195
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	3,7	7	13	25	28
125	Н	—	—	—	—	—	—	—	1,5	3	8,6	19	43	105	140
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1	2,6	5,1	9,9	20	23
150	Н	—	—	—	—	—	—	—	1	2	5,9	14	31	77	105
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9	3,9	7,8	16	19
175	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	1,4	4,2	9,9	23	58	82
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	3,1	6,2	13	16
200	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3,1	7,5	18	46	65
	В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	2,5	5,1	11	14

Таблица 4.4

Световые импульсы, вызывающие ожоги кожи открытых участков тела человека, кал/см²

Степень ожога	Мощность взрыва, тыс. т			
	1	10	100	1000
I	2,4	2,9	3,4	4
II	3,5	4	4,6	5,1
III	4,9	5,5	6,2	6,9

Таблица 4.5

Световые импульсы, вызывающие ожоги кожи под одеждой, кал/см²

Одежда	Степень ожога		
	I	II	III
Летнее хлопчатобумажное обмундирование	6,3	7	8,8
Полушерстяное габардиновое обмундирование	11	12	17
Зимнее обмундирование	37	42	48

Примечание. Значения импульсов приведены для практически сухого обмундирования при плотном прилегании его к телу.

Данные табл. 4.4 и 4.5 справедливы для условий, когда световое излучение падает перпендикулярно на неподвижную и неэкранированную в течение всего времени воздействия часть тела человека. В реальных условиях человек, заметив вспышку взрыва или ощутив боль от светового излучения, попытается отвернуться, укрыться или защитить открытые участки тела.

Время, необходимое для принятия мер самозащиты от светового излучения, составляет около 2 с. Поскольку при взрывах мощностью более 100 тыс. т время, в течение которого высвечивается основная доля энергии светового излучения, превышает 2 с, то в результате самозащиты часть импульса будет «отсекаться». В этом случае для поражения открытых и закрытых одеждой участков кожи потребуются световые импульсы, в 1,4—1,5 раза превышающие указанные в табл. 4.4 и 4.5 значения.

При взрывах мощностью менее 100 тыс. т время высвечивания основной части светового излучения соизмеримо с временем реакции человека на взрыв, поэтому значения импульсов, вызывающих ожоги кожи при таких взрывах, практически не отличаются от указанных в табл. 4.4 и 4.5.

Таблица 4.20

Радиусы выхода из строя вооружения и военной техники при ядерных взрывах, км

Наименование	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
		0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Ракетная и авиационная техника																	
Баллистические ракеты оперативно-тактического и тактического назначения на пусковых установках	Н	0,07	0,17	0,32	0,43	0,54	0,62	0,73	0,92	1,16	1,33	1,57	1,98	2,50	2,86	3,39	4,27
	В	0,07	0,18	0,35	0,46	0,57	0,66	0,78	0,98	1,23	1,41	1,68	2,11	2,66	3,05	3,61	4,55
Пусковые установки	Н	0,06	0,15	0,28	0,36	0,46	0,52	0,62	0,78	0,99	1,13	1,34	1,69	2,13	2,43	2,89	3,64
	В	0,06	0,15	0,29	0,38	0,48	0,55	0,65	0,82	1,03	1,18	1,40	1,76	2,22	2,54	3,01	3,79
Истребители и истребители-бомбардировщики	Н, В	0,08	0,21	0,4	0,53	0,67	0,77	0,91	1,15	1,45	1,66	1,97	2,48	3,12	3,57	4,24	5,34
Бомбардировщики	Н	0,16	0,39	0,75	0,99	1,24	1,42	1,69	2,12	2,68	3,06	3,63	4,58	5,77	6,60	7,83	9,86
	В	0,18	0,46	0,86	1,14	1,44	1,65	1,95	2,46	3,10	3,55	4,21	5,31	6,68	7,65	9,07	11,4
Транспортные самолеты и вертолеты	Н	0,22	0,56	1,06	1,40	1,76	2,02	2,39	3,02	3,80	4,35	5,16	6,50	8,19	9,37	11,1	14,0
	В	0,25	0,64	1,21	1,60	2,02	2,31	2,74	3,45	4,34	4,97	5,89	7,43	9,36	10,7	12,7	16,0
Бронетанковая техника и артиллерийское вооружение																	
Танки	Н	0,02	0,05	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22	0,27	0,34	0,39	0,46	0,59	0,74	0,84	1,00	1,26
	В	0,03	0,07	0,12	0,16	0,21	0,24	0,28	0,35	0,45	0,51	0,60	0,76	0,96	1,10	1,30	1,64
Боевые машины пехоты, бронетранспортеры, самоходные орудия и минометы, буксируемые минометы	Н	0,03	0,09	0,16	0,22	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1,00	1,26	1,44	1,71	2,15
	В	0,05	0,11	0,22	0,29	0,36	0,41	0,49	0,61	0,77	0,89	1,05	1,32	1,67	1,91	2,26	2,85

Наименование	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
		0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Буксируемые орудия наземной артиллерии и зенитные установки	Н	0,04	0,10	0,19	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,91	1,14	1,44	1,64	1,95	2,46
	В	0,05	0,12	0,22	0,29	0,37	0,42	0,50	0,63	0,80	0,91	1,08	1,36	1,72	1,97	2,34	2,94
Реактивные системы залпового огня	Н, В	0,06	0,16	0,30	0,40	0,50	0,58	0,68	0,86	1,08	1,24	1,47	1,85	2,33	2,67	3,16	3,99
Автомобильная техника																	
Многоцелевые автомобили и специальные колесные тягачи	Н	0,10	0,26	0,49	0,65	0,82	0,94	1,11	1,40	1,76	2,02	2,39	3,02	3,80	4,35	5,16	6,5
	В	0,11	0,29	0,55	0,72	0,91	1,04	1,23	1,55	1,95	2,24	2,65	3,34	4,21	4,82	5,71	7,2
Транспортеры-тягачи, тракторы	Н	0,08	0,21	0,4	0,53	0,67	0,76	0,91	1,14	1,44	1,65	1,95	2,46	3,1	3,55	4,21	5,3
	В	0,09	0,23	0,43	0,57	0,72	0,82	0,98	1,23	1,55	1,77	2,1	2,64	3,33	3,82	4,52	5,7
Кузова-фургоны на шасси автомобилей, прицепов и полуприцепов, автобусы	Н	0,14	0,36	0,68	0,9	1,13	1,3	1,54	1,94	2,44	2,8	3,32	4,18	5,26	6,02	7,14	9
	В	0,18	0,44	0,83	1,1	1,38	1,59	1,88	2,37	2,98	3,42	4,05	5,11	6,43	7,36	8,73	11
Стрелковое оружие и гранатометы																	
Винтовки, карабины, автоматы, ручные пулеметы и ручные гранатометы	Н	0,04	0,1	0,2	0,26	0,33	0,37	0,44	0,56	0,7	0,81	0,95	1,2	1,52	1,73	2,06	2,59
	В	0,05	0,12	0,23	0,3	0,38	0,43	0,52	0,65	0,82	0,94	1,11	1,4	1,76	2,02	2,39	3,01

Окончание табл. 4.20

Наименование	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
		0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Станковые и крупнокалиберные пулеметы	Н	0,06	0,14	0,27	0,36	0,46	0,52	0,62	0,78	0,98	1,12	1,33	1,68	2,11	2,42	2,87	3,61
	В	0,06	0,15	0,29	0,38	0,48	0,54	0,65	0,81	1,02	1,17	1,39	1,75	2,2	2,52	2,99	3,77
Станковые гранатометы	Н, В	0,06	0,16	0,3	0,4	0,5	0,57	0,68	0,86	1,08	1,24	1,47	1,85	2,33	2,66	3,16	3,98
Радиолокационная техника и средства связи																	
Подвижная техника связи на бронебазе	Н, В	0,06	0,15	0,29	0,4	0,51	0,58	0,69	0,87	1,1	1,26	1,49	1,87	2,36	2,7	3,21	4,04
Подвижная техника связи на автомобильной базе	Н	0,11	0,28	0,54	0,7	0,88	1,01	1,2	1,51	1,9	2,17	2,58	3,25	4,09	4,68	5,56	7
	В	0,12	0,3	0,56	0,75	0,95	1,08	1,28	1,62	2,04	2,33	2,76	3,48	4,39	5,02	5,95	7,5
Переносные радиостанции	Н	0,05	0,12	0,23	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,11	1,39	1,75	2,01	2,38	3
	В	0,05	0,13	0,26	0,34	0,43	0,49	0,58	0,73	0,92	1,05	1,25	1,58	1,99	2,27	2,69	3,39
Телефонно-телеграфная аппаратура, постоянные воздушные линии связи	Н	0,05	0,13	0,24	0,32	0,41	0,46	0,55	0,69	0,87	1	1,19	1,49	1,88	2,16	2,56	3,22
	В	0,06	0,14	0,27	0,35	0,44	0,51	0,6	0,76	0,96	1,09	1,3	1,63	2,06	2,36	2,8	3,52
Полевые кабели связи, проложенные в грунте	Н	0,01	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,14	0,18	0,2	0,24	0,3	0,38	0,43	0,51	0,64
	В	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1	0,13	0,14	0,17	0,21	0,27	0,31	0,37	0,46

Примечание. Приведенные в табл. 4.20 значения радиусов практически могут быть использованы для оценки результатов взрывов в любых физико-географических условиях.

Таблица 4.21

Радиусы зон выхода из строя при ядерных взрывах жилых зданий, промышленных сооружений, сетей коммунального хозяйства, подвальных убежищ и мостов, км

Наименование сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Малоэтажные кирпичные здания	Н	0,71	0,89	1,02	1,21	1,52	1,92	2,19	2,6	3,27	4,13	4,72	5,6	7,05
	В	0,78	0,98	1,13	1,33	1,68	2,12	2,42	2,88	3,62	4,56	5,22	6,19	7,8
Многоэтажные кирпичные здания	Н	0,83	1,05	1,20	1,43	1,8	2,26	2,59	3,07	3,87	4,88	5,58	6,62	8,34
	В	0,94	1,18	1,35	1,6	2,01	2,54	2,91	3,44	4,34	5,47	6,26	7,42	9,35
Деревянные здания	Н	1,15	1,45	1,66	1,97	2,48	3,12	3,57	4,24	5,34	6,73	7,7	9,13	11,5
	В	1,28	1,61	1,85	2,19	2,76	3,47	3,98	4,72	5,94	7,49	8,57	10,2	12,8
Каркасные здания со стенами из железобетонных панелей, кирпича и блоков	Н, В	0,41	0,52	0,59	0,7	0,88	1,11	1,28	1,51	1,91	2,4	2,75	3,26	4,1
Здания с легким стальным каркасом	Н, В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,22	1,4	1,66	2,09	2,63	3,01	3,57	4,5
Подвальные убежища для населения	Н	0,17	0,21	0,24	0,28	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,7
	В	0,11	0,14	0,16	0,2	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,9	1,1
Сети коммунального хозяйства (водопровод, канализация, газопровод)	Н	0,1	0,13	0,14	0,17	0,22	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1
	В	0,07	0,09	0,1	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,32	0,4	0,46	0,54	0,7
Металлические мосты с длиной пролета:														
до 45 м	Н	0,22	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1	1,26	1,44	1,71	2,15
	В	0,27	0,35	0,4	0,47	0,59	0,74	0,85	1,01	1,27	1,6	1,83	2,17	2,74
100 м и более	Н	0,31	0,39	0,45	0,53	0,67	0,85	0,97	1,15	1,45	1,82	2,08	2,47	3,11
	В	0,35	0,44	0,5	0,6	0,75	0,95	1,09	1,29	1,62	2,04	2,34	2,77	3,49
Железобетонные мосты с длиной пролета 20 м и более	Н	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,91	1,14	1,44	1,65	1,95	2,46
	В	0,2	0,25	0,29	0,34	0,43	0,54	0,62	0,73	0,92	1,16	1,33	1,58	1,99

Таблица 4.22

Радиусы выхода из строя войсковых фортификационных сооружений, км

Наименование сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
		0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Сооружения открытого типа:																	
траншеи, ходы сообщения, щели и окопы без одежды крутостей	Н	0,05	0,11	0,19	0,24	0,3	0,35	0,41	0,52	0,65	0,75	0,88	1,11	1,4	1,61	1,9	2,4
	В	0,04	0,09	0,15	0,2	0,25	0,28	0,34	0,42	0,53	0,61	0,72	0,91	1,14	1,31	1,55	1,96
то же, с одеждой крутостей	Н	0,04	0,08	0,14	0,17	0,22	0,25	0,29	0,37	0,47	0,53	0,63	0,8	1,01	1,15	1,37	1,72
	В	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,2	0,24	0,3	0,38	0,43	0,51	0,64	0,81	0,93	1,1	1,38
окопы для артиллерии и танков	Н	0,04	0,09	0,16	0,2	0,25	0,28	0,33	0,42	0,53	0,61	0,72	0,9	1,14	1,3	1,55	1,95
	В	0,03	0,07	0,12	0,16	0,2	0,23	0,28	0,35	0,44	0,5	0,59	0,75	0,94	1,08	1,28	1,61
Сооружения закрытого типа промышленного изготовления для ведения огня, наблюдения и защиты личного состава на пунктах управления	Н	0,02	0,05	0,09	0,14	0,17	0,2	0,23	0,29	0,37	0,42	0,5	0,63	0,8	0,91	1,08	1,37
	В	0,02	0,04	0,06	0,11	0,14	0,16	0,18	0,23	0,29	0,34	0,4	0,5	0,63	0,72	0,86	1,08
Сооружения закрытого типа из местных материалов:																	
для ведения огня и блиндажи;	Н	0,04	0,08	0,14	0,17	0,21	0,24	0,29	0,36	0,46	0,52	0,62	0,78	0,99	1,13	1,34	1,67
	В	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,2	0,23	0,29	0,37	0,42	0,5	0,63	0,79	0,9	1,07	1,35
убежища	Н	0,03	0,07	0,12	0,15	0,19	0,21	0,25	0,32	0,4	0,46	0,55	0,69	0,87	0,99	1,18	1,48
	В	0,03	0,06	0,1	0,12	0,15	0,17	0,2	0,25	0,32	0,37	0,43	0,55	0,69	0,79	0,94	1,18

4.11. Воздействие ядерного взрыва на грунт и лесные массивы

Воздействие ядерного взрыва на грунт в большой степени зависит от вида взрыва.

При наземном взрыве в грунте образуется воронка, окруженная навалом выброшенной взрывом земли (рис. 4.19). Размеры воронки зависят от мощности взрыва и свойств грунта. Диаметр $d_в$ и глубина воронки $h_в$, образующейся в мягких грунтах (суглинок, супесь), приведены в табл. 4.23, в скальных грунтах (песчаник, известняк, гранит) размеры воронки уменьшаются примерно в 1,2 раза.

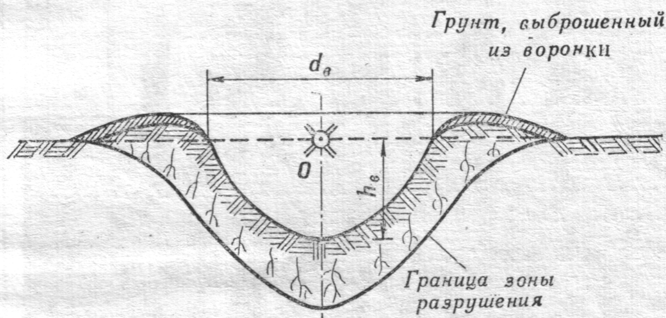


Рис. 4.19. Воронка наземного ядерного взрыва

Таблица 4.23

Размеры воронки в мягких грунтах при наземном взрыве, м

Мощность взрыва, тыс. т	Размеры воронки		Мощность взрыва, тыс. т	Размеры воронки	
	диаметр	глубина		диаметр	глубина
1	34	5	50	105	16
2	40	6	100	130	19
3	46	7	200	160	24
5	54	8	300	180	27
10	66	10	500	220	35
20	80	12	1000	260	40
30	90	14			

Вблизи центра взрыва поверхностный слой земли оплавляется, превращаясь в стекловидный шлак.

На значительных расстояниях от центра взрыва наблюдаются вспучивания и трещины в грунте. Вспучивания и трещины в мягких грунтах образуются в результате выхода на поверхность земли волны, отраженной от подстилающих эти грунты скальных пород. При выходе отраженной волны на поверхность образуется волна разрежения, и в грунте возникают

Таблица 4.24

Радиусы зон разрушения спелого смешанного леса при ядерных взрывах, км

Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
	0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
	Полное разрушение леса															
Н	0,09	0,19	0,32	0,40	0,50	0,58	0,68	0,86	1,1	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,2	4,0
В	0,10	0,21	0,36	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3,0	3,6	4,5
	Сплошные завалы															
Н	0,11	0,23	0,40	0,50	0,63	0,72	0,86	1,1	1,4	1,6	1,8	2,3	2,9	3,3	4,0	5,0
В	0,12	0,26	0,44	0,55	0,69	0,79	0,94	1,2	1,5	1,7	2,0	2,6	3,2	3,7	4,4	5,5
	Частичные завалы															
Н	0,15	0,32	0,56	0,70	0,88	1,0	1,2	1,5	1,9	2,2	2,6	3,2	4,1	4,7	5,6	7,0
В	0,16	0,35	0,60	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,8	3,5	4,4	5,0	6,0	7,5

Примечание. На 1 $м^2$ зоны сплошных завалов количество разрушенной древесины составляет 0,02 $м^3$, а зоны частичных завалов — 0,01 $м^3$. Количество разрушенной древесины в молодом лесу уменьшается в 2 раза.

ОГЛАВЛЕНИЕ